



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE COR DE BRACKETS CERÂMICOS QUANDO IMERSOS EM SOLUÇÕES POTENCIALMENTE CORANTES: IN VITRO

Trabalho submetido por
Mafalda Marques
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

setembro de 2017



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE COR DE BRACKETS CERÂMICOS QUANDO IMERSOS EM SOLUÇÕES POTENCIALMENTE CORANTES: IN VITRO

Trabalho submetido por
Mafalda Marques
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutora Teresa Sobral Costa

e coorientado por
Prof. Doutor Mário Polido

setembro de 2017

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer em primeiro lugar à minha orientadora, a Professora Doutora Teresa Sobral Costa, por toda a disponibilidade, dedicação, e apoio prestados ao longo da realização deste trabalho de investigação. A sua colaboração foi sem dúvida imprescindível, ajudando-me na obtenção do material, disponibilizando a sua máquina fotográfica, sabendo sempre como me motivar, aconselhar, e criticar de uma forma construtiva.

Agradeço também ao meu coorientador, o Professor Doutor Mário Polido, por todo o apoio prestado ao longo desta última etapa do curso, bem como pela disponibilização do laboratório e dos materiais necessários.

À Professora Doutora Ana Mano Azul e ao Professor Vasco Nunes da Silva pelas instruções dadas relativamente ao funcionamento do espectrofotómetro.

Ao Professor Doutor Luís Proença, pela análise estatística dos resultados.

Um profundo agradecimento às marcas 3M Unitek®,Ormco® e TP Orthodontics® por toda a simpatia e por me terem cedido os brackets cerâmicos, indispensáveis para que esta investigação pudesse ser realizada.

À minha família e namorado, por serem os grandes pilares da minha vida e por terem acompanhado todo o meu percurso académico, dando-me forças para nunca desistir e ajudando-me a superar todas as adversidades. O vosso apoio incondicional, motivação, carinho e compreensão foram fundamentais para que conseguisse chegar até aqui.

Aos meus amigos, que celebraram comigo todas as conquistas e que estiveram sempre ao meu lado para me apoiar nos momentos menos bons. Obrigada por compreenderem as ausências ao longo destes cinco anos.

Quero ainda agradecer ao Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz, a todos os professores e funcionários, por me terem acolhido tão bem e por terem contribuído tanto para a minha formação profissional como pessoal.

RESUMO

Objetivos: Os brackets cerâmicos são cada vez mais utilizados em ortodontia como uma alternativa estética aos brackets metálicos, tornando-se fundamental que a cor que apresentam não sofra alterações no decorrer do tratamento ortodôntico. Contudo, o consumo frequente de determinadas bebidas e comidas poderão afetar a sua cor. Assim, este estudo *in vitro* apresenta como principal objetivo avaliar a estabilidade de cor de brackets cerâmicos após imersão em café, chá preto, vinho tinto e Coca-Cola®.

Materiais e Métodos: Foram utilizados 120 brackets cerâmicos de incisivo central superior direito. Os brackets avaliados foram: Clarity Advanced (3M Unitek®), Damon Clear (Ormco®), Inspire Ice (Ormco®) e ClearVu (TP Orthodontics®). Estes foram imersos em quatro soluções potencialmente corantes (café, chá preto, vinho tinto, Coca-Cola®) e em saliva artificial (grupo de controlo). As alterações cromáticas foram avaliadas, através de um espectrofotómetro (SpectroShade Micro Optic) com o sistema CIE L*a*b* e de fotografias, em cinco tempos: inicial (T0), 24 horas (T1), 7 dias (T2), 14 dias (T3), 21 dias (T4). A análise estatística dos resultados foi realizada através dos testes ANOVA fatorial de medidas repetidas, ANOVA *one-way* e comparações múltiplas de médias ($p < 0,05$).

Resultados: Todos os brackets cerâmicos apresentaram alterações cromáticas visíveis e significativas ($\Delta E^* > 3,7$) quando expostos às soluções vinho tinto, café e chá preto. Na Coca-Cola® apenas os brackets ClearVu apresentaram pigmentação visível e significativa. O vinho tinto foi a solução que provocou maior pigmentação após 21 dias de imersão para todos os brackets cerâmicos avaliados. Os brackets ClearVu foram os que apresentaram médias mais altas de alteração de cor em todas as soluções.

Conclusão: Os brackets cerâmicos não apresentaram estabilidade de cor satisfatória nas soluções vinho tinto, café e chá preto. O tempo de imersão, a solução e o tipo de bracket influenciaram o grau de pigmentação.

Palavras-chave: Brackets cerâmicos, Brackets estéticos, Alteração de cor, Espectrofotómetro.

ABSTRACT

Objective: Ceramic brackets are increasingly used in orthodontics as an aesthetic alternative to metal brackets, so it is fundamental that the color they present does not change during orthodontic treatment. However, frequent consumption of certain beverages and foods may affect their color. Therefore, the aim of this *in vitro* study was to evaluate the color stability of ceramic brackets after immersion in coffee, black tea, red wine and coke.

Materials and methods: 120 ceramic brackets of upper right central incisor were used. The brackets evaluated were: Clarity Advanced (3M Unitek®), Damon Clear (Ormco®), Inspire Ice (Ormco®) and ClearVu (TP Orthodontics®). These were immersed in four potentially dye solutions (coffee, black tea, red wine, coke) and in artificial saliva (control group). Chromatic changes were evaluated by a spectrophotometer (SpectroShade Micro Optic) with the CIE L*a*b* system and by photographs in five times: initial (T0), 24 hours (T1), 7 days (T2), 14 days (T3) and 21 days (T4). Statistical analysis of the results was performed with factorial repeated measures ANOVA, *one-way* ANOVA and multiple comparisons of means ($p < 0.05$).

Results: All ceramic brackets showed visible and significant chromatic alterations ($\Delta E^* > 3,7$) when exposed to red wine, coffee and black tea solutions. In coke only ClearVu brackets showed visible and significant pigmentation. Red wine was the solution that caused higher pigmentation after 21 days of immersion for all ceramic brackets evaluated. ClearVu brackets presented higher averages of color change in all the solutions.

Conclusions: Ceramic brackets did not show satisfactory color stability in red wine, coffee and black tea solutions. The immersion time, the solution and the type of bracket influenced the degree of pigmentation.

Keywords: Ceramic brackets, Aesthetic brackets, Color change, Spectrophotometer.

ÍNDICE GERAL

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	13
1.1. Contextualização e justificação do trabalho	15
1.2. Metodologia de Investigação	15
1.3. Objetivos	16
1.4. Questões da Investigação	16
1.5. Revisão Bibliográfica	18
1.5.1. Brackets cerâmicos	18
1.5.1.1. Estabilidade de cor dos brackets cerâmicos	20
1.5.1.2. Problemas clínicos associados ao uso de brackets cerâmicos	23
1.5.2. Comportamento alimentar dos adultos	25
1.5.3. Métodos de Avaliação da cor	28
1.5.3.1. Avaliação visual da cor	28
1.5.3.2. Avaliação instrumental da cor	29
1.5.3.2.1. SpectroShade Micro Optic	33
1.5.3.3. Fotografia digital e sistemas de imagem	35
1.5.4. Estudos precedentes	36
CAPÍTULO II – MATERIAS E MÉTODOS	41
2.1. Métodos de pesquisa bibliográfica	41
2.2. Tipo de estudo	41
2.3. Local de estudo	41
2.4. Amostra	41
2.5. Metodologia de Investigação	44
2.5.1. Metodologia estatística	49
CAPÍTULO III – RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
3.1. Resultados	51
3.1.1. Análise dos valores L* a* b*	51
3.1.1. Avaliação da alteração de cor (ΔE^*) dos brackets cerâmicos nas soluções testadas ao longo do tempo	54
3.1.2. Avaliação da estabilidade de cor visualmente com recurso à fotografia	57
3.2. Discussão	64
3.2.1. Escolha da investigação	64

3.2.2.	Escolha do método de investigação.....	65
3.2.3.	Discussão dos resultados	70
3.2.4.	Limitações da investigação.....	75
3.2.5.	Perspetivas para estudos futuros.....	76
CAPÍTULO IV – CONCLUSÃO		77
BIBLIOGRAFIA		79
ANEXOS		

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Alteração de cor de brackets plásticos após 9 meses de exposição intraoral (Sobreira et al., 2007).	18
Figura 2 - Consumo habitual de tipos de bebidas, por grupos etários, ponderado para a distribuição da população portuguesa (IAN-AF 2015-2016).	26
Figura 3 - Sistema CIE L*a*b* (Sikri, 2010).	31
Figura 4 - Espectrofotómetro SpectroShade Micro Optic (esquerda) e base de calibração do aparelho (direita).	34
Figura 5 – Aplicação clínica dos espectrofotómetros SpectroShade Micro (A) (Khurana et al., 2007) e EasyShade (B) (Chu et al., 2010).	35
Figura 6 - Base estabilizadora em putty para a arcada superior do frasco (A) e caixa no dente 11 para a colocação dos brackets cerâmicos (B).	44
Figura 7 – Cores possíveis da linha guia que surge no visor do espectrofotómetro: vermelha (A), cor-de-laranja (B) ou verde (C). Apenas no último caso a inclinação do espectrofotómetro é correta para efetuar a medição.	45
Figura 8 – Campânula e frasco utilizados para as medições com o espectrofotómetro.	45
Figura 9 – Calibração do espectrofotómetro SpectroShade Micro Optic.	45
Figura 10 - Recipiente plástico com brackets cerâmicos Clarity Advanced imersos em chá preto.	46
Figura 11 - Estufa de Incubação (Memmert INE 400, Schwabach, Alemanha) e recipientes para armazenamento dos brackets cerâmicos.	46
Figura 12 - Exemplo de medição (T0) do bracket cerâmico Clarity Advanced.	47
Figura 13 - Comparação de duas imagens do mesmo bracket para validação da medição. Constata-se que a variação entre elas é mínima ($\Delta E^* < 1$).	47
Figura 14 - Medidor de pH (pH 211, Microprocessor pH Meter, HANNA instruments).	48
Figura 15 - Câmara fotográfica utilizada: Cannon EOS 100D com lente macro Cannon EFS 60 mm.	49

Figura 16 – Fotografias dos brackets cerâmicos nos cinco tempos experimentais na solução café.	58
Figura 17 - Fotografias dos brackets cerâmicos nos cinco tempos experimentais na solução chá preto.	59
Figura 18 - Fotografias dos brackets cerâmicos nos cinco tempos experimentais na solução vinho tinto.	60
Figura 19 - Fotografias dos brackets cerâmicos nos cinco tempos experimentais na solução Coca-Cola®.	61
Figura 20 - Fotografias dos brackets cerâmicos nos cinco tempos experimentais na solução saliva artificial.	62
Figura 21 – Comparação da pigmentação provocada por cada uma das soluções nos 4 tipos de brackets cerâmicos aos 21 dias.	63

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação das características entre brackets metálicos e cerâmicos (Adaptado de Sobreira et al. 2007).....	25
Tabela 2 - Escala extensa de avaliação visual (EVRSAM) (Johnston & Kao, 1989). ...	33
Tabela 3 - Estudos in vitro precedentes.....	37
Tabela 4 - Brackets cerâmicos utilizados no estudo.....	42
Tabela 5 – Soluções utilizadas no estudo.	43
Tabela 6 - Divisão dos grupos.	46
Tabela 7 - ANOVA fatorial de medidas repetidas (teste rastreio de pilai).....	55
Tabela 8 - Média e desvio padrão da alteração de cor (ΔE^*) dos brackets cerâmicos em cada solução e tempo, resultados das ANOVAS one-way e dos testes de comparações múltiplas de médias.	56
Tabela 9 - Média e desvio padrão de 10 medições de pH efetuadas no momento inicial de imersão para cada solução.	57
Tabela 10 - Medição do pH inicial e após 24 horas de imersão na estufa.....	57

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparação dos valores médios de $L^* a^* b^*$ dos 4 tipos de brackets cerâmicos em T0 e T4 (21 dias) na solução café.	51
Gráfico 2 - Comparação dos valores médios de $L^* a^* b^*$ dos 4 tipos de brackets cerâmicos em T0 e T4 (21 dias) na solução chá preto.	52
Gráfico 3 - Comparação dos valores médios de $L^* a^* b^*$ dos 4 tipos de brackets cerâmicos em T0 e T4 (21 dias) na solução vinho tinto.	52
Gráfico 4 - Comparação dos valores médios de $L^* a^* b^*$ dos 4 tipos de brackets cerâmicos em T0 e T4 (21 dias) na solução Coca-Cola®.	53
Gráfico 5 - Comparação dos valores médios de $L^* a^* b^*$ dos 4 tipos de brackets cerâmicos em T0 e T4 (21 dias) na solução saliva artificial.	53
Gráfico 6 - Gráfico com a média dos valores de alteração de cor (ΔE^*) dos brackets cerâmicos testados na solução café.	58
Gráfico 7 - Gráfico com a média dos valores de alteração de cor (ΔE^*) dos brackets cerâmicos testados na solução chá preto.	59
Gráfico 8 - Gráfico com a média dos valores de alteração de cor (ΔE^*) dos brackets cerâmicos testados na solução vinho tinto.	60
Gráfico 9 - Gráfico com a média dos valores de alteração de cor (ΔE^*) dos brackets cerâmicos testados na solução Coca-Cola®.	61
Gráfico 10 - Gráfico com a média dos valores de alteração de cor (ΔE^*) dos brackets cerâmicos testados na solução saliva artificial.	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

g – Gramas

°C – Graus Celsius

h – Horas

µm – Micrómetros

mg – Miligramas

mm – Milímetros

ml – Mililitros

" – Polegadas

% – Percentagem

kg – Quilogramas

UV – Ultravioleta

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização e justificação do trabalho

Na atualidade os pacientes ortodônticos procuram não só melhorar o sorriso e o perfil facial, bem como exigem uma estética superior ao longo de todo o tratamento ortodôntico (Reddy, 2010).

Os brackets cerâmicos, introduzidos em 1986, têm-se tornado cada vez mais populares pela sua elevada estética, sendo sobretudo solicitados pelos adultos que não querem apresentar o típico “sorriso metálico”, característico da fase da adolescência (Gautam & Valiathan, 2007).

Para terem uma boa aparência estética os brackets cerâmicos têm que ter cor semelhante ao dente subjacente (Yu & Lee, 2011). Para tal, é essencial que apresentem uma boa estabilidade de cor ao longo do tratamento ortodôntico, caso contrário o objetivo estético para que foram criados estará comprometido.

Como já reportado por alguns autores a cor destes brackets altera-se no meio oral devido ao consumo frequente de comidas e bebidas que contêm pigmentos (Guignone et al., 2015; Oliveira, Maia, Santos-Pinto, & Gandini Junior, 2014b).

Tendo em conta os hábitos alimentares da população adulta, verificou-se pertinente avaliar o comportamento de brackets cerâmicos de diferentes marcas perante o consumo de quatro bebidas, frequentemente presentes na dieta: o chá preto, o café, o vinho tinto e a Coca-Cola®.

Caso se verifique correlação poderemos consciencializar os pacientes para evitar o consumo destas bebidas durante o tratamento ortodôntico com brackets cerâmicos de modo a não afetar a sua estética. Para além disso, irá também ajudar o clínico na decisão de escolha da marca e do tipo de bracket que irá utilizar nos seus pacientes ortodônticos.

1.2. Metodologia de Investigação

Para a realização deste estudo *in vitro* foram utilizados 120 brackets cerâmicos de incisivo central superior direito. Os brackets cerâmicos avaliados foram Clarity Advanced (3M Unitek®), Damon Clear (Ormco®), Inspire Ice (Ormco®) e ClearVu (TP Orthodontics®).

Foram colocados 6 brackets cerâmicos de cada tipo em cinco grupos: quatro imersos em soluções potencialmente corantes (café, chá preto, vinho tinto, Coca-Cola®) e um grupo de controlo em saliva artificial. Os recipientes foram colocados numa estufa a uma temperatura de 37 °C.

As alterações cromáticas foram analisadas, através de um espectrofotómetro e de fotografias, em cinco tempos: T0 (inicial), T1 (24 horas), T2 (7 dias), T3 (14 dias), T4 (21 dias).

1.3. Objetivos

O objetivo principal deste estudo foi avaliar a estabilidade de cor de diferentes brackets cerâmicos disponíveis no mercado, quando imersos em bebidas potencialmente corantes, usualmente presentes na dieta, como: café, chá preto, vinho tinto e Coca-Cola®.

Mais especificamente:

Avaliar comparativamente o comportamento de quatro tipos diferentes de brackets cerâmicos de três marcas.

Avaliar o efeito do tempo de imersão nas soluções corantes na alteração de cor dos brackets testados.

Comparar o potencial de pigmentação das quatro soluções corantes utilizadas no estudo.

1.4. Questões da Investigação

Problema 1: Será que a ingestão frequente de café, chá preto, vinho tinto e Coca-Cola® altera a cor dos brackets cerâmicos ao longo do tempo?

Hipótese nula (H0): O consumo frequente de café, chá preto, vinho tinto e Coca-Cola® não altera a cor dos brackets cerâmicos testados.

Hipótese alternativa (H1): O consumo frequente de café, chá preto, vinho tinto e Coca-Cola® altera a cor dos brackets cerâmicos testados.

Problema 2: Será que o potencial de pigmentação do café, chá preto, vinho tinto e da Coca-Cola® irão ser idênticos?

Hipótese nula (H0): O potencial de pigmentação das quatro soluções corantes é idêntico.

Hipótese alternativa (H1): O potencial de pigmentação das quatro soluções corantes não é idêntico.

Problema 3: Será que a alteração de cor dos diferentes brackets cerâmicos irá ser idêntica quando imersos na mesma solução corante?

Hipótese nula (H0): A alteração de cor dos diferentes brackets cerâmicos testados é idêntica quando imersos na mesma solução corante.

Hipótese alternativa (H1): A alteração de cor dos diferentes brackets cerâmicos testados não é idêntica quando imersos na mesma solução corante.

Problema 4: Será que o tempo de imersão afeta o grau de pigmentação dos diferentes brackets cerâmicos testados?

Hipótese nula (H0): O tempo de imersão não afeta o grau de pigmentação dos diferentes brackets cerâmicos testados.

Hipótese alternativa (H1): O tempo de imersão afeta o grau de pigmentação dos diferentes brackets cerâmicos testados.

1.5. Revisão Bibliográfica

1.5.1. Brackets cerâmicos

A indústria ortodôntica, de modo a dar resposta ao aumento do número de adultos que procuravam aparelhos fixos mais discretos e socialmente aceitáveis, investiu no desenvolvimento de diversos materiais estéticos, nomeadamente de brackets estéticos: plásticos e cerâmicos (Guignone et al., 2015; Sobreira, Lariato, & Oliveira, 2007).

Atualmente verifica-se uma adesão muito maior por parte da população adulta ao tratamento ortodôntico pela variabilidade de escolha do *design* e material do aparelho. O leque de opções é vasto englobando os brackets metálicos convencionais, os brackets estéticos, a ortodontia lingual e os aparelhos ortodônticos removíveis estéticos como os *clear aligners* (Reddy et al., 2010).

Ziuchkovski et al. (2008) avaliaram a atratividade dos aparelhos ortodônticos determinando que a ortodontia lingual e a ortodontia plástica se encontram no topo da hierarquia de preferência, seguidas pelos brackets cerâmicos.

Nos anos 70 surgiram os brackets plásticos, constituídos inicialmente por acrílico e depois policarbonato, mas a sua utilização diminuiu bruscamente com o aparecimento dos cerâmicos. Estes vieram colmatar as limitações estéticas dos brackets plásticos que apresentavam um grande potencial de pigmentação devido à alta capacidade de absorção de água (Figura 1), deformação permanente, alto coeficiente de fricção e forças de adesão não tão satisfatórias (Russell, 2005; Sobreira et al., 2007).



Figura 1 – Alteração de cor de brackets plásticos após 9 meses de exposição intraoral (Sobreira et al., 2007).

Atualmente, os brackets cerâmicos disponíveis no mercado são constituídos por óxido de alumínio podendo ser classificados em monocristalinos ou policristalinos, segundo o processo de fabrico. A principal diferença entre ambos é a claridade ótica, sendo a alumina monocristalina mais translúcida uma vez que apresenta um menor número de impurezas na sua constituição e não existem limites entre os cristais que causam a reflexão da luz e provocam opacidade (Reddy et al. 2010; Russell 2005).

Segundo o estudo *in vivo* de Lopes Filho et al. (2012), as propriedades óticas dos brackets estéticos influenciam diretamente as percepções visuais, sendo que os brackets translúcidos apresentaram um melhor comportamento cromático em relação à aparência visual dos dentes. No entanto, diversos estudos demonstram que o processo de fabrico não influencia a sua estabilidade de cor (Akyalcin, Rykiss, Rody, & Wiltshire, 2012; Oliveira et al., 2014b; Yu & Lee, 2011).

Os resultados do estudo de Yu e Lee (2011) vieram contrariar a ideia geral de que os brackets monocristalinos iriam apresentar melhores propriedades cromáticas, concluindo que a alta translucidez não determina por si só uma boa estética, sendo esta também influenciada pela marca dos brackets. Isto significa que brackets com a mesma constituição mas de marcas diferentes apresentam propriedades cromáticas diferentes.

Também Oliveira e seus colaboradores (2014b) concluíram que os brackets testados com a mesma constituição, monocristalinos ou policristalinos, não apresentam um padrão semelhante de alteração de cor. Esta varia de acordo com o fabricante o que demonstra a existência de uma falta de padronização no processo de produção dos brackets cerâmicos.

Os brackets policristalinos são constituídos por cristais de óxido de alumínio e um aglutinante que permite moldar a mistura até se obter a conformação final dos brackets. Posteriormente, são fundidos a altas temperaturas (1950 °C) para queimar o aglutinante e unir as partículas de óxido de alumínio. Este processo é designado de sinterização e permite a produção de vários brackets em simultâneo (Bishara & Fehr, 1997; Sobreira et al., 2007).

A produção de brackets policristalinos apresenta um custo muito mais baixo que a de monocristalinos, daí haver uma maior disponibilidade destes no mercado. No entanto, o seu processo de fabrico pode criar falhas estruturais ou impurezas no bracket

que funcionam como uma região suscetível à propagação de linhas de fratura quando o material está sob stress (Gautam & Valiathan, 2007; Jena, Duggal, & Mehrotra, 2007).

É importante referir que as propriedades óticas dos brackets policristalinos e a sua resistência são inversamente proporcionais. Pois apesar do aumento dos grãos de cerâmica ter um efeito positivo na claridade ótica da alumina, tornando-a mais translúcida, quando estes atingem os 30 μm o material torna-se mais frágil. Devido a este facto, os tratamentos térmicos efetuados devem ser cuidadosamente controlados para impedir a fusão dos grãos (Gautam & Valiathan, 2007).

Por outro lado, o processo de produção de brackets monocristalinos permite a formação de cristais muito mais puros, mas não permite a sua produção em série, sendo muito mais lento, e daí mais caro. Estes são constituídos por cristais individuais de safira que resultam da combinação de partículas de óxido de alumínio fundidos a altas temperaturas (2100 °C), posteriormente arrefecidos lentamente para que haja um controlo da cristalização. No final, é ainda realizado um tratamento térmico para remover as imperfeições da superfície, com o objetivo de reduzir as falhas estruturais resultantes do stress produzido durante a realização dos cortes (Gautam & Valiathan, 2007; Maltagliati, Feres, De Figueiredo, & Siqueira, 2006).

Chegaram também a ser comercializados brackets de zircónia policristalinos por ser um material como uma resistência superior às outras cerâmicas e por serem mais baratos que os brackets de alumina monocristalinos. Contudo, estes eram demasiado opacos, o que dificultava a polimerização dos adesivos, e podiam apresentar alteração de cor intrínseca, tornando-se menos estéticos. Como a sua *performance* clínica era inferior à dos brackets cerâmicos de alumina, a sua utilização tornou-se obsoleta (Gautam & Valiathan, 2007; Reddy et al., 2010; Russell, 2005).

1.5.1.1. Estabilidade de cor dos brackets cerâmicos

Para terem uma boa aparência estética os brackets policristalinos precisam de ser semelhantes em cor e fluorescência ao dente subjacente, enquanto que os monocristalinos precisam de ter translucidez suficiente para permitir que a cor e a fluorescência os atravessem. Deste modo, o clínico ao optar por um bracket policristalino (não translúcido) deve avaliar a cor do dente do paciente, porque se estas não forem semelhantes a escolha

de um bracket monocristalino (translúcido) seria mais indicada (Lopes Filho et al., 2012; Oliveira et al., 2014b).

A colocação de brackets torna a higienização mais difícil para os pacientes, pois estes aumentam a retenção de comidas e a acumulação de biofilme e bactérias, contribuindo para um maior risco de desmineralização do esmalte, cárie dentária e problemas periodontais (Faltermeier, Búrgers, & Rosentritt, 2008).

A remoção mecânica da placa bacteriana através da escovagem, continua a ser o melhor método para colmatar estes problemas e prevenir a pigmentação extrínseca, sendo esta efetiva se realizada de forma correta (Oliveira, Maia, Santos-Pinto, & Gandini Júnior, 2014a).

No estudo *in vitro* de Oliveira et al. (2014a) foram testados dois grupos de brackets cerâmicos, um sujeito à escovagem diária e outro sem escovagem, concluindo-se que a escovagem diária conseguiu reduzir a alteração de cor a níveis considerados não visíveis ao olho humano, exceto para os brackets imersos no chá preto e os Radiance (American Orthodontics®) imersos no café, onde a pigmentação ainda permaneceu perceptível.

Assim, apesar dos brackets cerâmicos apresentarem melhor estabilidade de cor e resistência aos fluídos orais, comparativamente com os brackets plásticos, esta continua a não ser a ideal segundo vários estudos (Guignone et al., 2015; Mendonça et al., 2011; Wriedt, Schepke, & Wehrbein, 2007).

As alterações de cor dos brackets estéticos têm origem multifatorial, sendo que estes podem ser afetados por dois tipos de pigmentação: intrínseca e extrínseca. A pigmentação intrínseca pode ser provocada pela absorção de água, polimerização incompleta de adesivos, radiação ultravioleta e energia térmica. Os dois últimos fatores estão associados à produção de pigmentação irreversível, uma vez que induzem reações físico-químicas na estrutura interna de materiais dentários (Faltermeier, Behr, & Müßig, 2007; Mendonça et al., 2011; Oliveira et al., 2014a).

Faltermeier e seus colaboradores (2007) procuraram investigar a influência da luz ultravioleta em brackets plásticos tendo sido verificado que quase todos os brackets ficaram amarelos após uma exposição de 72 horas.

A pigmentação extrínseca tende a acumular-se nas zonas menos acessíveis à escovagem e à ação abrasiva da pasta de dentes, como é o caso dos brackets. Esta encontra-se associada à precipitação de cromogéneos dietéticos ou que se encontram

inseridos na película adquirida (Joiner et al., 2004; Macpherson, Stephen, Joiner, Schafer, & Huntington, 2000).

A alteração de cor extrínseca é sobretudo provocada pelo consumo frequente de substâncias com elevado teor de cromogéneos como o chá, café, vinho-tinto, uso de colutórios, batons, tabaco e uma fraca higiene oral (Faltermeier et al., 2007; Jena et al., 2007; Lee, 2008; Mendonça et al., 2011).

O tabaco provoca pigmentação uma vez que é rico em nicotina, sendo que esta substância se torna amarela quando em contacto com o oxigénio (Cynthia & Zogheib, 2015).

Também os colutórios que contêm antissépticos catiónicos, como a clorhexidina e o cloreto de cetilpiridínio, provocam pigmentação dentária num terço a metade dos pacientes, após vários dias de uso. Estes compostos têm a capacidade de precipitar ou de ligar-se a cromogéneos dietéticos (Kumar, Kumar, Singh, Hooda, & Dutta, 2012).

No estudo de Mendonça et al. (2011), em que se procurou avaliar a pigmentação provocada por um colutório (Listerine®) em brackets cerâmicos e plásticos, concluiu-se que este provocou alteração de cor em todos os brackets.

Outros alimentos/bebidas capazes de provocar pigmentação extrínseca são: sumo de uva, molho de soja, vinagre balsâmico, molho de tomate, amoras, caril e cogumelos *Portobello* (Cynthia & Zogheib, 2015).

No estudo de Wriedt, Schepke e Wehrbein (2007), concluiu-se que os brackets cerâmicos expostos ao sumo de laranja e caril não apresentaram alterações cromáticas visíveis.

É de salientar que segundo Ismael et al. (2014) é segura a utilização de reveladores de placa em pacientes com brackets cerâmicos, mas não com brackets de policarbonato, uma vez que estes já pigmentam.

Alguns autores consideram que dependendo da morfologia dos brackets (tamanho e forma), material e rugosidade de superfície, existem variações significativas na pigmentação adquirida (Axante, Preoteasa, & Dumitrescu, 2014; Lee, 2008). Contudo, no estudo de Kannan, Saboo, Kumar e Murali (2014), em que os brackets foram avaliados quanto à rugosidade de superfície por um microscópio eletrónico de varrimento, não foi encontrada nenhuma correlação entre a rugosidade e os valores de pigmentação obtidos.

Foi apenas verificado a existência de pigmentação superficial que ocorria pela adsorção de pigmentos das soluções.

A alteração de cor dos adesivos ortodônticos pode também ter um impacto negativo na estética de brackets cerâmicos e plásticos. A pigmentação que estes adquirirem é visível através da transparência dos brackets, criando-se uma ilusão de pigmentação do próprio bracket (Akyalcin et al., 2012; Jena et al., 2007).

1.5.1.2. Problemas clínicos associados ao uso de brackets cerâmicos

A grande vantagem dos brackets cerâmicos, comparativamente com os brackets metálicos, é a sua estética, uma vez que por se tratar de um material com cor semelhante ao dente contribui para uma ótima aceitação do tratamento ortodôntico por parte dos pacientes (Gautam & Valiathan, 2007). Mas para além da estabilidade de cor ainda não ser considerada ideal, os brackets cerâmicos apresentam ainda outras desvantagens:

- **Desgaste iatrogénico do esmalte**

A cerâmica é um material de elevada dureza podendo causar abrasão do esmalte dentário quando o paciente oclui. Deste modo, a sua utilização deve ser evitada em pacientes com hábitos parafuncionais e/ou trauma oclusal, bem como, na arcada inferior em casos de mordidas profundas e trespasses horizontais reduzidos. Uma solução possível para o caso de mordidas profundas é o uso de brackets cerâmicos na arcada superior e brackets metálicos ou de policarbonato, por ser menos abrasivo, na arcada inferior. No caso dos hábitos parafuncionais pode associar-se ao tratamento ortodôntico o uso de placas de mordida (Ghafari, 1992; Russell, 2005; Sobreira et al., 2007).

Se possível, deve ainda ser evitada a adesão de brackets cerâmicos a dentes comprometidos, como dentes endodonciados, com hipoplasia de esmalte, fraturas ou grandes restaurações, de modo a reduzir o risco de danificar o esmalte durante a remoção do bracket (Russell, 2005).

- **Alta friabilidade e baixa resistência à fratura**

Como consequência da alta friabilidade apresentada pelos brackets cerâmicos o seu grau de deformação sem haver fratura é muito baixo (Russell, 2005).

Segundo Bishara e Fehr (1997), a deformação estrutural tolerada por um bracket metálico é de 20% antes de ocorrer fratura, enquanto que a de um de bracket cerâmico não chega a 1% (Tabela 1). Como resultado, o stress introduzido pela inserção e ativação do arco, as forças mastigatórias e as forças aplicadas durante a remoção dos brackets, são capazes de criar microfraturas, sendo as aletas, ou a sua interface com a base, a área mais comum de fraturar nos brackets cerâmicos (Sobreira et al., 2007).

A capacidade de resistir à fratura é maior nos brackets monocristalinos que nos policristalinos por conterem menos impurezas (Maltagliati et al., 2006). De facto, Johnson e seus colaboradores (2005), ao compararem a resistência à fratura das aletas de vários brackets cerâmicos disponíveis no mercado, verificaram que o único bracket que não foi possível fraturar usando o protocolo da investigação foi o bracket cerâmico monocristalino Inspire Ice (Ormco®).

- **Forças de adesão e remoção**

Os brackets cerâmicos não conseguem unir-se quimicamente aos adesivos ortodônticos uma vez que o óxido de alumínio é um material inerte. Para contornar esta situação, os primeiros brackets cerâmicos utilizavam o silano como agente de união às resinas (Patel, Mehta, & Mehta, 2014; Sobreira et al., 2007). Assim, eram criadas altas forças de adesão o que clinicamente se mostrou desvantajoso pois tornava a remoção dos brackets muito difícil, provocando danos no esmalte dos pacientes e maior risco de fratura do bracket (Reddy et al. 2010).

A força de adesão pode ser afetada pelo tipo de resina utilizada, diferentes tempos de condicionamento ácido, pelo tamanho da base do bracket e pela condição clínica em que o dente se encontra (Russell, 2005).

Segundo Gautam e Valiathan (2007), as forças médias de adesão dos brackets Clarity (policristalinos) e Inspire Ice (monocristalinos) são semelhantes.

Atualmente, a maioria dos brackets cerâmicos apresentam união por retenção mecânica, através do uso de diferentes *designs* da base, sendo que nos casos de união química foram criadas abordagens alternativas como a remoção eletrotérmica, ultra-sónica, a laser, ou com agentes químicos (Reddy et al., 2010; Sobreira et al., 2007).

Para a remoção dos brackets cerâmicos é essencial seguir as instruções fornecidas pelo fabricante do bracket, uma vez que este processo difere entre marcas (Russell, 2005).

- **Fricção**

A utilização de brackets cerâmicos cria maior fricção durante o movimento de deslize do arco, sendo este um fator que dificulta a movimentação dentária, pois o atrito criado exige forças ortodônticas mais elevadas para que o movimento dentário ocorra e, consequentemente, conduz a um aumento do tempo de tratamento (Sobreira et al., 2007).

Os brackets metálicos geram uma menor fricção, pois são fabricados com o mesmo material dos fios ortodônticos e apresentam uma superfície mais lisa que os brackets cerâmicos (Tabela 1). Assim, para tentar melhorar este aspeto, os fabricantes inseriram *slots* metálicas nos brackets cerâmicos ou realizaram tratamentos na superfície das *slots* de modo a que estas ficassem mais lisas (Maltagliati et al., 2006; Patel et al., 2014).

É de salientar que como os brackets monocristalinos têm uma menor incorporação de impurezas apresentam uma superfície mais lisa, logo têm menor coeficiente de fricção que os policristalinos (Maltagliati et al., 2006; Russell, 2005).

Tabela 1 – Comparação das características entre brackets metálicos e cerâmicos (Adaptado de Sobreira et al. 2007).

Características	Brackets Metálicos	Brackets Cerâmicos
Estética	Má	Excelente
Custo	Baixo	Alto
Estabilidade estrutural	Boa	Boa
Resistência à fratura	Excelente	Má
Estabilidade de cor	-	Boa
Fricção	Baixa	Alta Baixa - com canaleta metálica
Força de adesão	Alta	Alta - com união mecânica Muito alta - com união química
Remoção	Fácil	Regular - com união mecânica Difícil - com união química
Reutilização	Possível	Possível

1.5.2. Comportamento alimentar dos adultos

A área geográfica em redor do mar mediterrânico, que contempla países como Portugal, Chipre, Croácia, Grécia, Espanha, Itália e Marrocos, apresenta como dieta característica, a dieta mediterrânica. Este modelo alimentar preconiza o consumo baixo a moderado de vinho, apenas nas refeições principais, pois este encontra-se associado à

redução do risco de doenças cardiovasculares (Pinho, Rodrigues, Franchini, & Graça, 2016; Saleem & Basha, 2010).

Segundo Ribeiro (2014), o vinho que é consumido com maior frequência em Portugal é o tinto, seguido do vinho branco, vinho verde, espumantes e rosés.

O vinho tinto, à semelhança do chá e café, apresenta polifenóis, antioxidantes que ajudam a prevenir a doença periodontal (Palaska, Papathanasiou, & Theoharides, 2013). Por outro lado, o seu consumo excessivo provoca pigmentação extrínseca, devido à presença de taninos, e erosão do esmalte, devido à acidez do álcool (Joiner, 2006).

O Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física (2015-2016) aferiu que na população adulta portuguesa (18-64 anos), a seguir à água, o vinho é a bebida mais consumida (103g/dia), seguida dos refrigerantes (101g/dia), café (88g/dia), cerveja (55g/dia), e chá (30g/dia) (Figura 2).

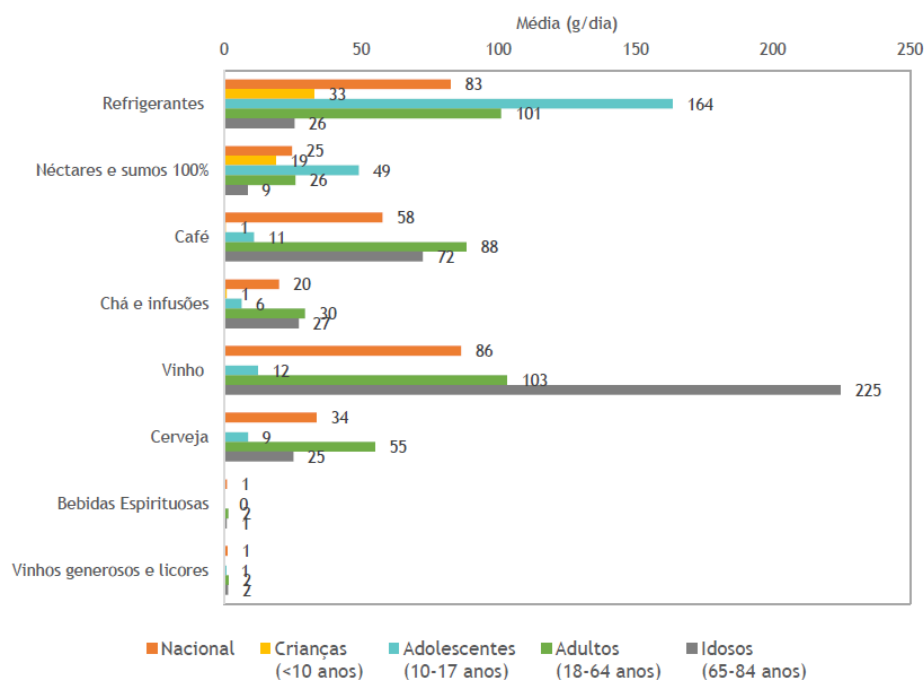


Figura 2 - Consumo habitual de tipos de bebidas, por grupos etários, ponderado para a distribuição da população portuguesa (IAN-AF 2015-2016).

O chá, feito a partir de folhas secas da planta *Camellia sinensis*, é consumido por cerca de 2/3 da população mundial, sendo que a sua popularidade tem vindo a aumentar pelos efeitos benéficos para a saúde encontrados nos seus compostos polifenólicos. Estes

atuam na prevenção de doenças cardiovasculares, tendo ainda efeitos anti-envelhecimento e anti-diabéticos (Khan & Mukhtar, 2013; Lee, Wang, Chiang, & Liu, 2017).

A cafeína é provavelmente a substância farmacologicamente ativa mais frequentemente ingerida no mundo, estando presente em bebidas como o café, chá, refrigerantes, bebidas energéticas, em produtos que contenham cacau ou chocolate e em medicamentos (Mitchell, Knight, Hockenberry, Teplansky, & Hartman, 2014; Nawrot et al., 2003; Wikoff et al., 2017).

Cerca de 85% da população dos Estados Unidos da América ingere pelo menos uma bebida com cafeína por dia, tendo sido reportado que 89% da população consome cafeína de alguma forma. O café continua a ser o maior contribuidor para a ingestão de cafeína na dieta (Fulgoni, Keast, & Lieberman, 2015; Mitchell et al., 2014).

Segundo a *Health Canada*, o consumo de até 400 mg cafeína/dia não está associado a efeitos adversos em adultos saudáveis. Nawrot et al. (2003) também concluiu que o consumo de até 300 mg/dia nas grávidas e de 2,5 mg/kg/dia em crianças não provocam efeitos adversos.

De facto, o consumo moderado de café (400 mg/dia) apresenta efeitos benéficos, estando associado à diminuição do risco de diabetes tipo 2, doenças cardiovasculares, doença de Parkinson, cancro do fígado e do endométrio. Por outro lado, se consumido em excesso está associado ao aumento da incidência de enfarte cerebral, fadiga e dor de cabeça (Knapik, Austin, McGraw, Leahy, & Lieberman, 2017; Mitchell, Knight, Hockenberry, Teplansky, & Hartman, 2014; Nawrot et al., 2003).

O café e o chá contêm taninos, contribuindo, também, para a aquisição de uma coloração amarela/acastanhada dos dentes e brackets cerâmicos (Cynthia & Zogheib, 2015; Oliveira et al., 2014a; Wriedt et al., 2007). O chá preto resulta do processo de oxidação que faz com que as folhas adquiram uma cor castanha escura e o sabor seja intensificado (Khan & Mukhtar, 2013). Quanto mais escuro o café, maior o seu potencial de pigmentação, estando provado que a adição de leite ou natas, tanto no café como no chá, ajuda à sua redução (Lee, Bayne, Tiangco, Garen, & Chow, 2014).

O consumo de refrigerantes tem-se tornado uma questão de saúde pública altamente visível e polémica, uma vez que o aumento do seu consumo a nível mundial

contribuiu para o aumento da obesidade, da prevalência de diabetes e de doenças cardiovasculares (Vartanian, Schwartz, & Brownell, 2007).

Entre 2000 e 2010, na China, verificou-se um aumento das vendas diárias *per capita* da Pepsi® em 127% e da Coca-Cola® em 145%. A nível de consumo mundial das bebidas carbonatadas, entre 1997 e 2010, verificou-se um aumento do consumo de cerca de 35 litros para 43 litros, por pessoa, anualmente (Kleiman, Ng, & Popkin, 2012; Lee et al., 2017). A cada aumento de 1% do seu consumo foi associado um aumento de 4,8 adultos obesos em cada 100 (Basu, McKee, Galea, & Stuckler, 2013).

Segundo o Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física (2015-2016), o consumo diário de refrigerantes ou néctares em Portugal (equivalente a 220 g/dia) é de 17%, sendo essa prevalência superior nos adolescentes. Nesta faixa etária, 25% bebe aproximadamente dois refrigerantes por dia.

Os refrigerantes carbonatados do tipo cola, para além de estarem associados à pigmentação dentária por conterem cafeína, provocam também erosão dentária e um aumento do risco cariogénico pelo seu pH ácido (Cynthia & Zogheib, 2015).

1.5.3. Métodos de Avaliação da cor

Uma vez que a cor é uma percepção subjetiva, variando de indivíduo para indivíduo, torna-se um desafio realizar a sua comunicação verbal de forma clara e precisa. Para avaliarmos a cor podemos recorrer a meios visuais, instrumentais, como os espectrofotómetros, colorímetros e espectro-radiómetros, ou ainda, a técnicas de análise de imagem por computador (Chu, Trushkowsky, & Paravina, 2010; Sikri, 2010).

1.5.3.1. Avaliação visual da cor

A avaliação visual da cor em Medicina Dentária é usualmente feita através da comparação da cor do dente com escalas de cor, sendo estas compostas por amostras representativas das médias das cores presentes na dentição humana (Sikri, 2010).

No entanto, a seleção da cor visualmente, por consistir no resultado de respostas fisiológicas e psicológicas, pode ser influenciada por inúmeros fatores como fadiga, stress, idade, daltonismo, exposição prévia dos olhos à luz, posicionamento inadequado do objeto, metamerismo, influência luminosa do meio ambiente, experiência e

individualidade visual do observador (Joiner et al., 2004; Lehmann, Igiel, Schmidtman, & Scheller, 2010; Paul, Peter, Pietrobon, & Hammerle, 2002).

As escalas de cor pré-fabricadas apresentam, também, diversas limitações como: número reduzido de matizes quando comparado com as variações dentárias; diferenças entre escalas, dentro do mesmo matiz e croma; impossibilidade de traduzir os resultados na escala CIE $L^*a^*b^*$; a espessura dos dentes da escala não reproduz a situação clínica; podem ser obtidas análises de cor distintas em momentos diferentes; falta de coerência na correspondência de cores entre dentistas (Joiner et al., 2004; Park, Lee, & Lim, 2006; Van Der Burgt, Ten Bosch, Borsboom, & Plasschaert, 1985).

Apesar das limitações encontradas, o olho humano consegue detetar diferenças de cor muito pequenas entre dois objetos. Contudo, a habilidade de comunicar o grau e a natureza destas diferenças é que torna necessário o uso de métodos auxiliares (Chu et al., 2010; Paul et al., 2002).

1.5.3.2. Avaliação instrumental da cor

A avaliação instrumental permite que a escolha de cor seja mais fácil, rápida e objetiva, pois possui a vantagem de conseguir eliminar algumas das variáveis encontradas na avaliação visual, como alterações na iluminação do meio e a interpretação cerebral do observador (Paul et al., 2002). Nesta os aparelhos realizam a observação e registam a cor matematicamente, convertendo-a em coordenadas tridimensionais (Johnston, 2009).

Os espectrofotómetros e os colorímetros são dispositivos que avaliam a composição espectral da luz que é refletida pela superfície analisada. O espectrofotómetro avalia a intensidade de luz refletida em todos os comprimentos de onda do espectro visível, enquanto os colorímetros apresentam filtros que avaliam apenas a quantidade de luz refletida nos comprimentos de onda verde, vermelho e azul da amostra (Karamouzos, Papadopoulos, Kolokithas, & Athanasiou, 2007; Llena, Lozano, Amengual, & Forner, 2011).

Como os colorímetros foram desenvolvidos para atuar em superfícies planas, a sua utilização encontra-se limitada em superfícies irregulares, como é o caso dos dentes e brackets (Joiner et al., 2004; Park et al., 2006). Outras desvantagens encontram-se no facto destes não conseguirem medir a translucidez da amostra, sendo que a sua repetibilidade e exatidão podem ser mais fracas devido ao envelhecimento dos filtros e

ao fenómeno de metamerismo, respetivamente (Kim-Pusateri, Brewer, Davis, & Wee, 2009).

Os espectrofotómetros têm sido utilizados para medir a cor e a sua variação em diversos procedimentos de Medicina Dentária, incluindo estudos relativos à pigmentação de brackets cerâmicos (Guignone et al., 2015; Mendonça et al., 2011; Oliveira et al., 2014b). Estes apresentam uma base de dados incorporada que associa as cores dos dentes a cores pré-estabelecidas pelas escalas de cor comerciais ou a sistemas de avaliação de cor, como o sistema CIE $L^*a^*b^*$ (Chu et al., 2010).

Comparando com a observação visual, foi determinado que os espectrofotómetros apresentavam mais 33% de exatidão, permitindo uma seleção de cor mais objetiva em 93,3% dos casos (Paul et al., 2002).

As principais desvantagens dos espectrofotómetros são o seu custo e a dificuldade de medição diretamente na boca, sendo difícil o acesso à região dos molares nos espectrofotómetros que apresentam um sensor mais largo, como é o caso do SpectroShade Micro (Khurana, Tredwin, Weisbloom, & Moles, 2007). Por outro lado, apresentam uma durabilidade maior que a dos colorímetros e não são afetados pelo metamerismo da amostra (Kim-Pusateri et al., 2009).

Para as medições serem as mais fidedignas possíveis a superfície dentária deve estar limpa e seca, sendo que a presença de placa bacteriana e saliva pode afetar a cor registada pelo aparelho. A sonda deve tocar na área selecionada de forma perpendicular e um mínimo de três leituras devem ser realizadas (Chu et al., 2010).

Na análise instrumental os resultados são normalmente expressos através do sistema CIE $L^*a^*b^*$, criado pela *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE) em 1976 (Figura 3). Este é um sistema tridimensional que suporta a teoria aceite de que a perceção da cor é baseada em três recetores de cor existentes no olho: vermelho, verde e azul (Joiner et al., 2004).

Neste sistema, a coordenada L^* avalia o valor da cor, variando de 0 (preto absoluto) a 100 (branco absoluto). Os valores a^* representam a escala que varia desde o vermelho, para valores a^* positivos ($+a^*$ vermelho), e o verde, para valores a^* negativos ($-a^*$ verde), sendo b^* a coordenada azul, quando é negativo ($-b^*$ azul), e amarelo, no caso de ser positivo ($+b^*$ amarelo) (Park et al., 2006; Sikri, 2010).

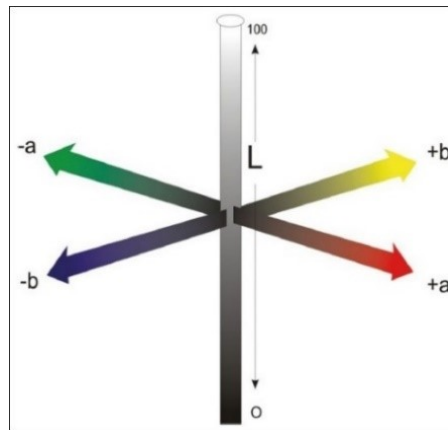


Figura 3 - Sistema CIE L*a*b* (Sikri, 2010).

As coordenadas a^* e b^* aproximam-se do zero para cores neutras como o branco ou cinzento, e aumentam de magnitude quanto mais saturadas ou intensas as cores forem (Joiner et al., 2004).

A alteração de cor (ΔE^*), no sistema CIE L*a*b*, é importante para quantificar a diferença de cor entre dois espécimes, sendo definida de acordo com a seguinte fórmula (Karamouz et al., 2007; Westland, Luo, Ellwood, Brunton, & Pretty, 2007):

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Os valores de ΔL^* , Δa^* e Δb^* são dados pelas seguintes equações, sendo L_0 , a_0 e b_0 as cores iniciais e L_1 , a_1 e b_1 as cores finais (Westland et al., 2007):

$$\Delta L = L_1^* - L_0^*$$

$$\Delta a = a_1^* - a_0^*$$

$$\Delta b = b_1^* - b_0^*$$

A vantagem do sistema CIE L*a*b* consiste no facto das diferenças de cor serem expressas em unidades que podem ser relacionadas com a perceção visual e significado clínico, sendo que os valores de ΔE^* são utilizados para comparação entre cores de dentes e restaurações, assim como cores de uma mesma amostra em tempos diferentes, avaliando se a amostra sofreu alteração de cor com o tempo (Johnston, 2009; Joiner et al., 2004).

Segundo Chu et al. (2010), sempre que for possível devemos aliar o método visual e o instrumental, uma vez que ambos se complementam, para conseguirmos um resultado estético previsível.

Em diversos artigos os autores procuraram relacionar os valores numéricos da alteração de cor, fornecidos pelo espectrofotômetro, com a percepção visual da mesma (Johnston & Kao, 1989; Ruyter, Nilner, & Möller, 1987; Yu & Lee, 2011). Os valores aceites como limiar de aceitabilidade e perceptibilidade clínica para diferenças de cor em dentisteria são variáveis, sendo esta uma questão controversa, sobre a qual ainda não existe consenso na literatura.

De acordo com a revisão elaborada por Khashayar e seus colaboradores (2014), mais de metade dos estudos elegíveis define $\Delta E^* = 1$ como o limite de perceptibilidade clínica, o que significa que perante valores inferiores a 1 a alteração de cor não é visível, e cerca de um terço dos estudos refere que um $\Delta E^* = 3,7$ é o limite em que 50% dos observadores aceitam a diferença de cor (limite de aceitabilidade clínica).

Foi também reportado que as fontes originais dos valores de aceitabilidade e perceptibilidade clínica utilizados atualmente são de estudos antigos, sendo o limite de aceitabilidade clínica de Johnston e Kao (1989) o mais citado ($\Delta E^* = 3,7$), seguido do de Ruyter, Nilner e Möller (1987) ($\Delta E^* = 3,3$) (Khashayar et al., 2014).

Johnston e Kao (1989) criaram uma escala extensa de avaliação visual (EVRSAM) de modo a estabelecer uma relação entre a análise visual e instrumental da cor de materiais dentários (Tabela 2). Segundo estes autores uma diferença média de ΔE^* até 3,7 é considerada aceitável, uma vez que não é possível fazer as observações de cor na cavidade oral sobre condições controladas.

De acordo com Kim-Pusateri, Brewer, Davis e Wee (2009), o limiar para erros cromáticos numa deteção de diferença de cor intraoral é mais elevado, uma vez que o fundo da cavidade oral, a mucosa e a sombra provocada pelos lábios, tornam mais difícil aferir pequenas diferenças de cor.

Tabela 2 - Escala extensa de avaliação visual (EVRSAM) (Johnston & Kao, 1989).

ΔE (diferença de cor)	Significância clínica
0	Excelente estética com escolha de cores precisas, não sendo clinicamente perceptível.
2	Diferença de cor muito discreta, com uma estética boa a muito boa.
4	Diferença óbvia, mas dentro de limites aceitáveis para a maioria dos pacientes.
6	Estética pobre no limite da aceitabilidade.
8	Estética muito pobre, sendo considerada inaceitável para a maioria dos pacientes.
10	Estética totalmente inaceitável.
Nota:	Valores intermédios de 1, 3, 5, 7 e 9 podem ser atribuídos se a descrição estética corresponder a um grau intermédio entre duas das descrições referidas acima.

1.5.3.2.1. SpectroShade Micro Optic

O SpectroShade Micro Optic (MHT, Verona, Itália) é um espectrofotómetro de imagem que combina um sistema de câmara digital com tecnologia espectrofotométrica de LED, sendo que este sistema de iluminação emite uma luz com um espectro semelhante à luz do dia (Llena et al., 2011).

Este espectrofotómetro apresenta um computador interno com *software* analítico e permite a determinação da cor exata dos dentes; escolher a cor do material restaurador ideal para cada caso; calcular as diferenças de cor entre imagens; mapas cromáticos, inclusivamente um mapa cromático para a translucidez (Chu et al., 2010; Paul et al., 2002).

A calibração do SpectroShade Micro Optic é feita em duas etapas que envolvem o posicionamento da peça de mão contra um azulejo branco e, seguidamente, contra um azulejo verde (Figura 4) (Kim-Pusateri et al., 2009). Este processo permite assegurar a validade das medições (Johnston, 2009).



Figura 4 - Espectrofotômetro SpectroShade Micro Optic (esquerda) e base de calibração do aparelho (direita).

A imagem do dente é exibida no ecrã tátil do dispositivo, de modo a que o posicionamento possa ser verificado e, posteriormente, as medições podem ser guardadas num cartão de memória e transferidas para o computador do Médico Dentista e/ou protésico (Chu et al., 2010).

Na espectrofotometria podem ser utilizadas dois tipos geometrias: iluminação difusa e observação a 0° ou iluminação a 45° e observação a 0° . O SpectroShade Micro tem a capacidade de medir toda a superfície do dente e é baseado na iluminação a 45° e observação a 0° (Khasayar et al., 2012). Apenas a geometria de $45^\circ / 0^\circ$ é um método adequado para uso clínico, uma vez que o acesso à cavidade oral é limitado (Paul et al., 2002).

De acordo com Kim-Pusateri e seus colaboradores (2009), o SpectroShade Micro apresenta uma fiabilidade de 96.9% e uma precisão 80.2%, *in vitro*. Contudo, neste estudo, o espectrofotômetro VITA Easyshade foi o único que apresentou valores de fiabilidade e de precisão acima dos 90%.

In vivo, o SpectroShade Micro foi considerado por Khurana, Tredwin, Weisbloom e Moles (2007), o espectrofotômetro com melhor repetibilidade, em comparação com o espectrofotômetro VITA Easyshade e o colorímetro X-Rite ShadeVision.

Segundo Khashayar, Dozic, Kleverlaan e Feilzer (2012), a troca de valores CIE $L^*a^*b^*$ medidos com dois espectrofotômetros diferentes, VITA Easyshade e SpectroShade Micro, não é recomendada, devendo o médico dentista e o protésico utilizar sempre o mesmo dispositivo para que a comunicação da cor se dê de forma correta.

Também Llena, Lozano, Amengual e Forner (2011), no seu estudo *in vivo*, referem a existência de uma concordância inter-instrumentos relativamente pobre. Relativamente à fiabilidade intra-instrumentos, tanto o EasyShade como o SpectroShade Micro apresentaram uma excelente repetibilidade, podendo ser usados clinicamente para avaliar a cor dos dentes ou alterações de cor (Figura 5).

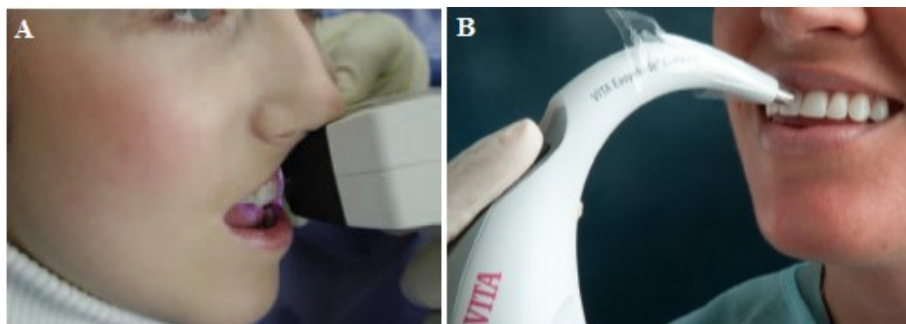


Figura 5 – Aplicação clínica dos espectrofotómetros SpectroShade Micro (A) (Khurana et al., 2007) e EasyShade (B) (Chu et al., 2010).

1.5.3.3. Fotografia digital e sistemas de imagem

O uso de câmaras digitais e a posterior análise de fotografias via computador, é outra abordagem para a medição da cor que tem vindo a ganhar uma crescente adesão devido ao seu baixo custo, rapidez e facilidade de utilização, permitindo uma eficiente troca de informação entre o clínico e o laboratório (Lath, Smith, Guan, Karmo, & Brook, 2007; Westland et al., 2007).

Segundo Wee, Lindsey, Kuo e Johnston (2006), as câmaras digitais são uma boa opção para determinar as cores na prática clínica de Medicina Dentária, quando combinadas com os protocolos de calibração apropriados. Para tal, as configurações da câmara, luz e o formato da imagem devem ser mantidos constantes em todos os momentos (Chu et al., 2010). No entanto, a determinação da cor pela análise de fotografias digitais continua a apresentar um certo grau de subjetividade pela utilização do olho humano (Chu et al., 2010).

As informações de cor recebidas pelas câmaras digitais são normalmente expressas no modelo de cor RGB, em que todas as cores visíveis são traduzidas apenas nas três cores vermelho, verde e azul, variando a intensidade de cada uma delas (Ragain

& Johnston, 2000). Os valores fornecidos de RGB são dependentes do dispositivo, sendo diferentes entre dispositivos diferentes (Wee et al., 2006).

Programas de computador como, por exemplo, o *Adobe Photoshop*, *Paint Shop Pro* e o *Corel Photo-Paint*, utilizam o modelo RGB para medir a cor através da imagem digital capturada pela câmara (Lath et al., 2007). Estes programas e as imagens clínicas são também utilizados para a comunicação com o laboratório, documentação e educação dos pacientes (Chu et al., 2010).

Outra abordagem para determinar a cor em fotografias digitais é o sistema de *software Clear Match* (Smart Technology, Hood River, Oregon) que utiliza imagens digitais de alta resolução, fornece um mapa cromático detalhado, e realiza comparações com as escalas de cor padrão industriais que contém na sua base de dados (Chu et al., 2010).

Libório (2006) analisou as alterações cromáticas de brackets estéticos (cerâmicos e de policarbonato) imersos em soluções corantes durante 40 dias, através de fotografias digitais e do *software Adobe Photoshop CS2* versão 9.0, considerando os parâmetros de cor *Luminosity*, *Red*, *Green* e *Blue*. Concluiu-se que todos os brackets sofreram alteração de cor, sendo os brackets cerâmicos os que pigmentaram menos.

1.5.4. Estudos precedentes

Na Tabela 3 encontram-se descritos alguns estudos *in vitro* precedentes nos quais os brackets cerâmicos são testados perante diversas substâncias com potencial de pigmentação e que podem fazer parte da dieta dos pacientes. De acordo com os resultados verifica-se, em geral, um consenso entre os estudos, tendo sido concluído em todos que houve alteração de cor dos brackets testados, à exceção do estudo de Gkantidis et al. (2012).

Contudo, apesar de diversos estudos *in vitro* terem encontrado evidências relativas à ocorrência de alteração de cor em brackets cerâmicos, vários autores continuam a referir que estes apresentam estabilidade de cor (Gautam & Valiathan, 2007; Hirani, Patel, & Patel, 2016; Patel et al., 2014; Reddy et al., 2010; Sobreira et al., 2007).

Tabela 3 - Estudos *in vitro* precedentes.

Estudos	Soluções utilizadas	Brackets testados	Tempo experimental	Objetivos	Resultados/ Conclusões
Guigone, Silva, Soares, Akaki, Goiato, Pithon & Oliveira (2015)	<ul style="list-style-type: none"> • Café • Vinho Tinto • Coca-Cola® • Saliva artificial 	<ul style="list-style-type: none"> • Transcend (3M Unitek®) • Radiance (American Orthodontics®) • Mystique (GAC®) • Luxi II (Rocky Mountain Orthodontic®) 	<p>Imersão constante nas soluções teste.</p> <p>Alterações cromáticas avaliadas às 24h, 72h, 7 dias e 14 dias.</p>	Determinar a estabilidade de cor de diferentes brackets cerâmicos quando expostos a soluções corantes.	Todos os brackets sofreram alteração de cor nas soluções estudadas, sendo esta maior para o vinho tinto. A cor tornou-se mais intensa com o tempo.
Kannan, Saboo, Kumar & Murali (2014)	<ul style="list-style-type: none"> • Chá • Café • Coca-Cola® 	<ul style="list-style-type: none"> • Transcend 6000 (3M Unitek®) • Intrigue (Lancer Orthodontics®) • 20/40 (American Orthodontics®) 	<p>Imersão constante nas soluções teste.</p> <p>Alterações cromáticas avaliadas às 24h, 1º e 6º dia.</p>	Avaliar a estabilidade de cor de brackets cerâmicos policristalinos em três bebidas de consumo frequente e determinar a co-relação entre rugosidade de superfície e grau de pigmentação.	Todos os brackets apresentaram alteração de cor considerável no chá e no café, tendo sido mínima na Coca-Cola®.
Oliveira, Maia, Santos-Pinto & Júnior (2014a)	<ul style="list-style-type: none"> • Café • Vinho Tinto • Refrigerante do tipo cola • Chá Preto • Saliva artificial 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspire Ice (Ormco®) • Radiance (American Orthodontics®) • Allure MB (GAC®) • Transcend (3M Unitek®) 	<p>Imersão constante nas soluções teste.</p> <p>Medição de cor inicial (T0) e no 21º dia.</p>	Avaliar o efeito da escovagem na pigmentação de brackets cerâmicos quando imersos em soluções corantes.	A escovagem diária ajudou significativamente na estabilidade de cor dos braquetes cerâmicos, reduzindo a alteração de cor a níveis considerados não visíveis a olho humano, exceto para a solução de chá preto, cuja pigmentação permaneceu relevante.

Oliveira, Maia, Santos-Pinto & Júnior (2014b)	<ul style="list-style-type: none"> • Café • Vinho Tinto • Coca-Cola® • Chá Preto • Saliva artificial 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspire Ice (Ormco®) • Radiance (American Orthodontics®) • Allure MB (GAC ®) • Transcend (3M Unitek®) 	Alterações cromáticas avaliadas às 24h, 7º, 14º e 21º dias.	Analisar a estabilidade de cor de brackets cerâmicos monocristalinos e policristalinos após imersão em soluções corantes.	Os brackets cerâmicos sofreram alteração de cor quando expostos ao café, chá preto e vinho tinto. Brackets com a mesma estrutura cristalina não seguem padrões de alteração de cor semelhantes, variando de acordo com o fabricante.
Yadav, Hazarey, Grover, Sidhu & Malik (2013)	<ul style="list-style-type: none"> • Água para consumo • Café • Coca-Cola® • Chá 	<ul style="list-style-type: none"> • 40 brackets cerâmicos da American Orthodontics® • 40 brackets cerâmicos da 3M Unitek® • 40 brackets plásticos da Libral Traders® 	Imersão constante nas soluções teste. Alterações cromáticas avaliadas às 24h, 3º e 6º dia.	Avaliar e comparar a estabilidade de cor de brackets estéticos quando expostos a bebidas potencialmente corantes.	Todos os brackets apresentaram alterações de cor significativas no 6º dia, sobretudo nas soluções café e chá.
Gkantidis, Zinelis, Karamolegkou, Eliades & Topouzelis (2012)		<ul style="list-style-type: none"> • 16 brackets cerâmicos (CR; GAC; Silkon) • 16 brackets plásticos (PR; American Orthodontics; Silkon) 	Brackets obtidos de 16 pacientes jovens adultos (18-30 anos) no final do tratamento ortodôntico. Exposição intraoral variável de 5 a 20 meses.	Comparar alterações na aparência estética e integridade da morfologia de 2 tipos de brackets estéticos após uso clínico.	Todos os brackets apresentaram <i>performance</i> clínica adequada durante o período de tempo estudado em termos estéticos e de integridade morfológica.

Mendonça, Fabre, Goiatto, Cuoghi, Martins & Verri (2011)	<ul style="list-style-type: none"> • Água destilada • Café • Coca-Cola® • Colutório 	Brackets plásticos: <ul style="list-style-type: none"> • Composite (Morelli Orthodontics®) • Silkon Plus™ (American Orthodontics®) Brackets cerâmicos: <ul style="list-style-type: none"> • Invu™ (TP Orthodontics®) • Transcend 6000 (3M Unitek®) 	Imersão constante nas soluções teste. Alterações cromáticas avaliadas às 24h, 3º, 7º, 10º e 14º dia.	Avaliar o comportamento cromático de brackets estéticos quando imersos em soluções potencialmente corantes.	Os brackets estéticos não apresentaram um comportamento cromático satisfatório. As alterações de cor dependem da solução, tempo de imersão e da marca dos brackets.
Wriedt, Schepke & Wehrbein (2007)	<ul style="list-style-type: none"> • Vinho Tinto • Café • Chá • Água destilada • Sumo de laranja • Solução de caril • Solução de agrião 	Brackets plásticos: <ul style="list-style-type: none"> • Silkon (American Orthodontics®) • Brillant (Forestadent®) • Aesthetik-Line (Forestadent®) Brackets cerâmicos: <ul style="list-style-type: none"> • Fascination2 (Dentaurum®) • 20/40 (American Orthodontics®) • Mystique (GAC®) 	Imersão constante nas soluções teste durante 25 dias. Alterações cromáticas avaliadas diariamente durante 10 dias.	Analisar o efeito que a radiação UV, determinadas comidas e bebidas provocam na estabilidade de cor de brackets estéticos de diferentes materiais.	O consumo de bebidas como café, chá preto e vinho tinto, demonstrou provocar alterações cromáticas nos brackets testados. Os brackets expostos à radiação UV, sumo de laranja e caril não apresentaram alterações visíveis.

CAPÍTULO II – MATERIAS E MÉTODOS

2.1. Métodos de pesquisa bibliográfica

Para a realização deste trabalho procedeu-se a uma pesquisa bibliográfica online utilizando as plataformas digitais *PubMed*, *B-on*, *ResearchGate* e Google Académico.

A pesquisa foi efetuada utilizando as seguintes palavras-chave: brackets estéticos, brackets cerâmicos, cor, espectrofotometria, soluções corantes, bebidas que pigmentam.

2.2. Tipo de estudo

Estudo experimental *in vitro*, analítico e prospetivo, que procura analisar se o consumo frequente de determinadas bebidas irá influenciar a cor de diferentes brackets cerâmicos disponíveis no mercado.

2.3. Local de estudo

A investigação realizou-se no Laboratório de Materiais do Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz.

2.4. Amostra

Para a realização deste estudo foram utilizados 120 brackets cerâmicos de incisivo central superior direito de três marcas disponíveis no mercado. Os brackets cerâmicos testados foram: Clarity Advanced (3M Unitek®), ClearVu (TP Orthodontics®), Damon Clear (Ormco®) e Inspire Ice (Ormco®) (Tabela 4).

As soluções utilizadas encontram-se descritas na Tabela 5, sendo estas: café solúvel (Delta®), chá preto (Tetley®), vinho tinto (Monte da Ferra®), Coca-Cola® e saliva artificial produzida pelo laboratório de bioquímica do Instituto Superior Ciências da Saúde Egas Moniz.

Tabela 4 - Brackets cerâmicos utilizados no estudo.


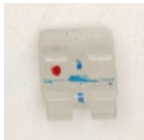


Bracket	Fabricante	Composição	Prescrição e dimensão da slot	Soluções	Nº de brackets por solução
Clarity Advanced 	3M Unitek, Monrovia, CA, EUA	Cerâmica: Alumina Policristalina	MBT .022"	Café Vinho tinto Coca-Cola® Chá preto Saliva artificial	6 6 6 6 6
ClearVu 	TP Orthodontics, La Porte, IN, EUA	Cerâmica: Alumina policristalina, base em polímero flexível patenteado	MBT .022"	Café Vinho tinto Coca-Cola® Chá preto Saliva artificial	6 6 6 6 6
Damon Clear 	Ormco, West Collins Orange, CA	Cerâmica: Alumina policristalina	Damon .022"	Café Vinho tinto Coca-Cola® Chá preto Saliva artificial	6 6 6 6 6
Inspire Ice 	Ormco, West Collins Orange, CA	Cerâmica: Alumina monocristalina	Roth .022"	Café Vinho tinto Coca-Cola® Chá preto Saliva artificial	6 6 6 6 6

Tabela 5 – Soluções utilizadas no estudo.

Solução	Marca	Preparação
Café 	Delta®	Solução preparada com 2g de café solúvel (1 saqueta) adicionado a 75 ml de água destilada (quantidade de uma chávena de café Delta)
Chá preto 	Tetley®	Solução preparada com uma saqueta de chá preto imerso em 200 ml de água destilada durante 5 minutos.
Vinho tinto 	Monte da Ferra® (Redondo – Portugal)	Solução pronta para consumo
Coca-Cola® 	Coca-Cola®	Solução pronta para consumo
Saliva artificial 	Saliva artificial produzida pelo laboratório de bioquímica do Instituto Superior Ciências da Saúde Egas Moniz	Solução preparada. Composição: <ul style="list-style-type: none"> • NaCl (0,4g) • KCl (0,4g) • CaCl₂ (0,759g) • NaH₂PO₄.H₂O (0,69g) • Na₂S 9.H₂O (0,005g) • Água destilada (1000ml)

2.5. Metodologia de Investigação

Inicialmente foram removidas as guias de cimentação dos brackets Damon Clear (Ormco®) e todos os brackets cerâmicos foram lavados com água destilada de modo a eliminar a pigmentação que traziam.

Posteriormente foram feitas as medições de cor iniciais (T0) a todos os brackets com o espectrofotômetro SpectroShade Micro Optic (MHT Optic Research, Niederhasli, Suíça).

Para que as condições das medições (luz, inclinação e meio envolvente) fossem as mais semelhantes possíveis, foram confeccionadas uma base de silicone de adição (*putty*) para a arcada superior do frasco e uma caixa no dente 11 onde se colocaram os brackets (Figura 6).

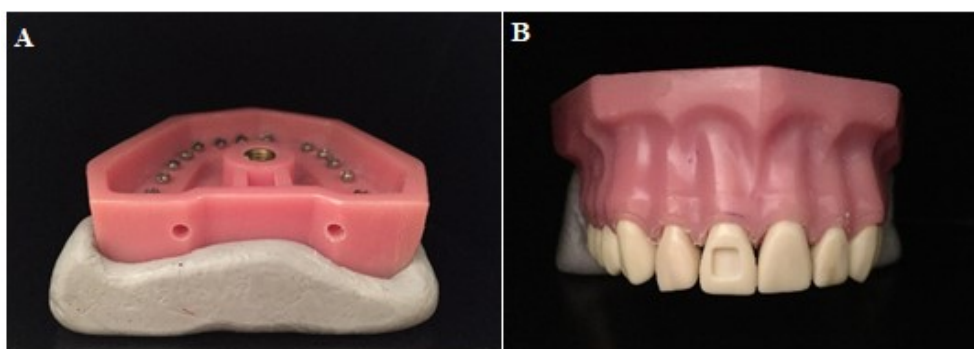


Figura 6 - Base estabilizadora em *putty* para a arcada superior do frasco (A) e caixa no dente 11 para a colocação dos brackets cerâmicos (B).

Antes de ser efetuada a leitura de cada bracket, surge no visor do espectrofotômetro uma linha que varia de cor (vermelha, cor-de-laranja ou verde) consoante a inclinação do aparelho em relação ao bracket (Figura 7). Apenas quando a linha surge de cor verde a medição pode ser realizada (Khurana et al., 2007).

Para cada bracket cerâmico foram efetuadas três medições no interior de uma campânula preta para que não houvessem variações dos valores por interferência de luz externa (Figura 8). Antes de cada medição o aparelho era calibrado, primeiro com a cor branca e, posteriormente, com a cor verde, que se encontravam na sua base (Figura 9). A peça de mão ótica foi mantida num ângulo de 90° (Kim-Pusateri et al., 2009).

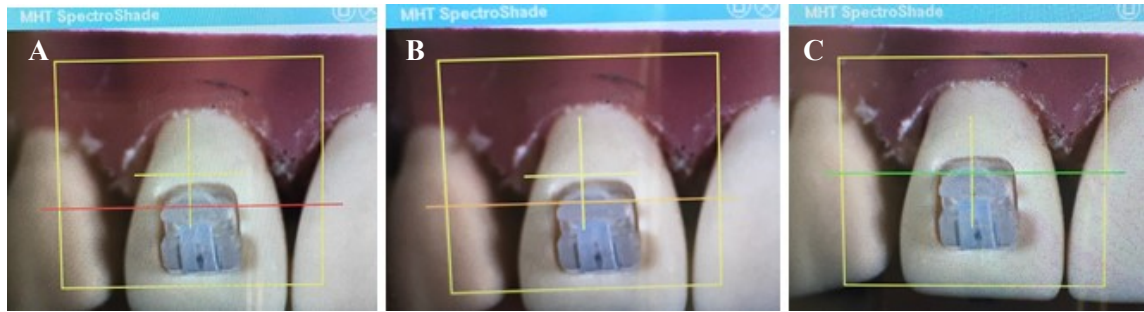


Figura 7 – Cores possíveis da linha guia que surge no visor do espectrofotômetro: vermelha (A), cor-de-laranja (B) ou verde (C). Apenas no último caso a inclinação do espectrofotômetro é correta para efetuar a medição.



Figura 8 – Campânula e frasco utilizados para as medições com o espectrofotômetro.



Figura 9 – Calibração do espectrofotômetro SpectroShade Micro Optic.

Após as medições iniciais foram colocados 6 brackets cerâmicos de cada tipo em cinco grupos: quatro imersos em soluções potencialmente corantes (café, chá preto, vinho tinto, Coca-Cola®) e um grupo de controlo em saliva artificial. Cada grupo continha um total de 24 brackets cerâmicos (Tabela 6).

Tabela 6 - Divisão dos grupos.

Grupo	Solução (n=24)
1	Café
2	Chá preto
3	Vinho tinto
4	Coca-Cola®
5	Saliva artificial

Cada uma das soluções foi distribuída em recipientes de plástico com divisórias para separar os distintos tipos de brackets (Figura 10). Em cada divisória foram colocados cerca de 4 ml de cada solução com o auxílio de uma pipeta. Os recipientes foram colocados numa estufa de incubação (Memmert INE 400, Schwabach, Alemanha) a uma temperatura de 37 °C (Figura 11).



Figura 10 - Recipiente plástico com brackets cerâmicos Clarity Advanced imersos em chá preto.



Figura 11 - Estufa de Incubação (Memmert INE 400, Schwabach, Alemanha) e recipientes para armazenamento dos brackets cerâmicos.

As alterações cromáticas foram analisadas através do espectrofotômetro em cinco tempos: inicial (T0), 24 horas (T1), 7 dias (T2), 14 dias (T3) e 21 dias (T4).

Antes de cada medição os brackets foram lavados com água destilada e secos com papel absorvente, de modo a evitar a deposição de resíduos das soluções na sua superfície.

O SpectroShade Micro Optic é um espectrofotômetro de imagem, sendo que para obter o valor de cada medição era feita a seleção da zona da bracket (Figura 12). Foi frequentemente realizada a comparação entre as imagens de cada bracket através da opção de sincronização do aparelho que consiste na sobreposição de duas imagens (Figura 13). Quando a diferença de cor, ΔE^* , era inferior a 1 considerou-se que não estavam a haver variações nas medições e que estas eram válidas, quando ΔE^* era superior a 1, as medições foram repetidas (Kim-Pusateri et al., 2009).

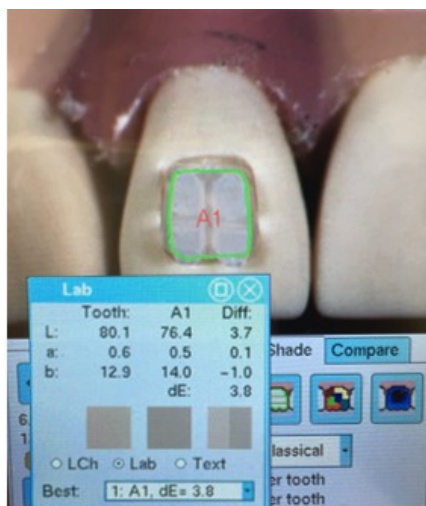


Figura 12 - Exemplo de medição (T0) do bracket cerâmico Clarity Advanced.

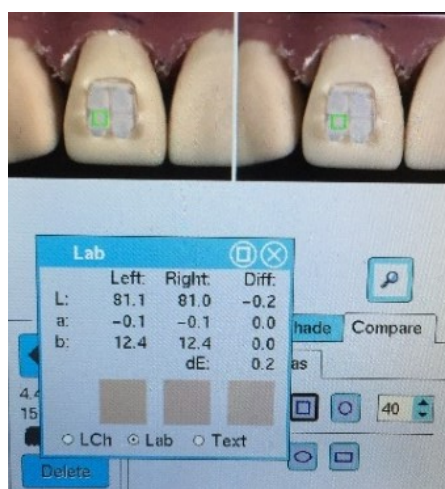


Figura 13 - Comparação de duas imagens do mesmo bracket para validação da medição. Constata-se que a variação entre elas é mínima ($\Delta E^* < 1$).

A medição das alterações de cor dos brackets cerâmicos foi realizada através da escala de cor CIE $L^*a^*b^*$. Nesta, L^* é a medida do valor do objeto, variando de 0 (preto absoluto) a 100 (branco absoluto). Por sua vez, a^* é a medida da quantidade de vermelho (+ a^*) e verde (- a^*) e b^* a quantidade de amarelo (+ b^*) e azul (- b^*).

A alteração de cor (ΔE^*) foi calculada através da seguinte equação:

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

As alterações nos parâmetros de cor (ΔL^* , Δa^* e Δb^*) foram calculadas subtraindo-se os valores finais (T4) aos valores iniciais (T0).

A cada 24 horas as soluções foram trocadas e o pH foi medido diversas vezes para verificar se não estavam a existir variações nas características das mesmas (Figura 14).

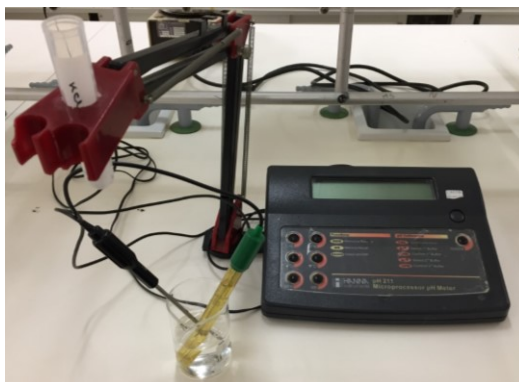


Figura 14 - Medidor de pH (pH 211, Microprocessor pH Meter, HANNA instruments).

Para além da avaliação da alteração de cor através do espectrofotómetro, foi também feita uma avaliação visual com recurso a fotografias digitais tiradas no momento inicial (T0), às 24 horas (T1), 7 dias (T2), 14 dias (T3) e 21 dias (T4), com lente macro *Cannon* EFS 60 mm, corpo *Cannon* EOS 100D, modo manual (Figura 15).



Figura 15 - Câmara fotográfica utilizada: *Cannon EOS 100D* com lente macro *Cannon EFS 60 mm*.

2.5.1. Metodologia estatística

O tratamento estatístico dos dados foi realizado pelo programa IBM® SPSS Statistics (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 24 para Windows®. Inicialmente os valores L^* , a^* e b^* , fornecidos pelo espectrofotómetro, foram inseridos no programa *Microsoft Excel*® de modo a calcular as médias e alteração de cor (ΔE^*).

Para responder às questões de investigação utilizou-se a técnica estatística ANOVA fatorial de medidas repetidas e ANOVA *one-way*.

Para os resultados estatisticamente significativos da ANOVA *one-way* foram realizadas comparações múltiplas entre médias utilizando testes *post-hoc Tukey HSD*.

A normalidade de distribuição foi avaliada com o teste *Shapiro-Wilks* e a homogeneidade de variâncias com o teste de *Levene*.

Nos casos em que não se verificou homogeneidade de variâncias recorreu-se à ANOVA com correção de *Brown-Forsythe* e aos testes *post-hoc Tamhane*.

A rejeição ou aceitação da hipótese nula foi baseada num nível de significância $p \leq 0,05$.

CAPÍTULO III – RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Resultados

A leitura de cor dos brackets cerâmicos foi realizada com o SpectroShade Micro Optic antes da imersão nas soluções com potencial de pigmentação (T0), às 24 horas (T1), 7 dias (T2), 14 dias (T2) e 21 dias (T4). O espectrofotômetro forneceu-nos os valores das coordenadas L^* a^* b^* e, posteriormente, foi calculada a alteração de cor (ΔE^*).

3.1.1. Análise dos valores L^* a^* b^*

Nos gráficos seguintes encontram-se descritas as médias e desvios padrões dos parâmetros de cor L^* a^* b^* , no momento inicial (T0) e final (T4 – 21 dias), dos 4 tipos de brackets cerâmicos em cada uma das soluções. No Anexo III encontram-se as médias e desvios padrões destes parâmetros para todos os tempos.

Como referido anteriormente, a coordenada L^* é a medida do valor do objeto, variando de 0 (preto absoluto) a 100 (branco absoluto). Por sua vez, a^* é a medida da quantidade de vermelho (+ a^*) e verde (- a^*) e b^* a quantidade de amarelo (+ b^*) e azul (- b^*).

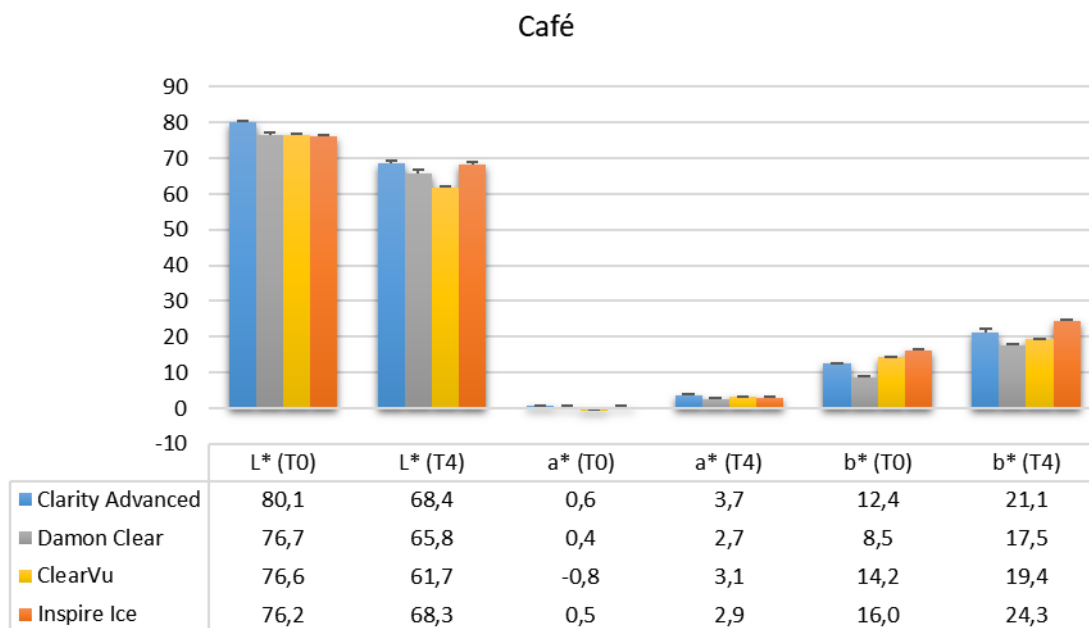


Gráfico 1 - Comparação dos valores médios de L^* a^* b^* dos 4 tipos de brackets cerâmicos em T0 e T4 (21 dias) na solução café.

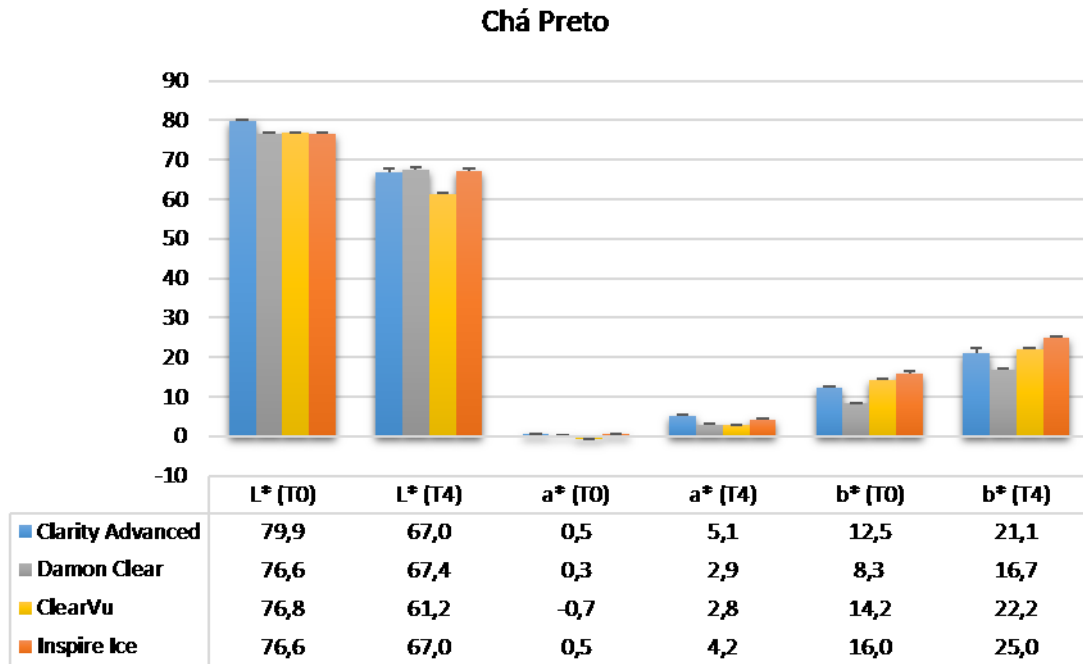


Gráfico 2 - Comparação dos valores médios de L* a* b* dos 4 tipos de brackets cerâmicos em T0 e T4 (21 dias) na solução chá preto.

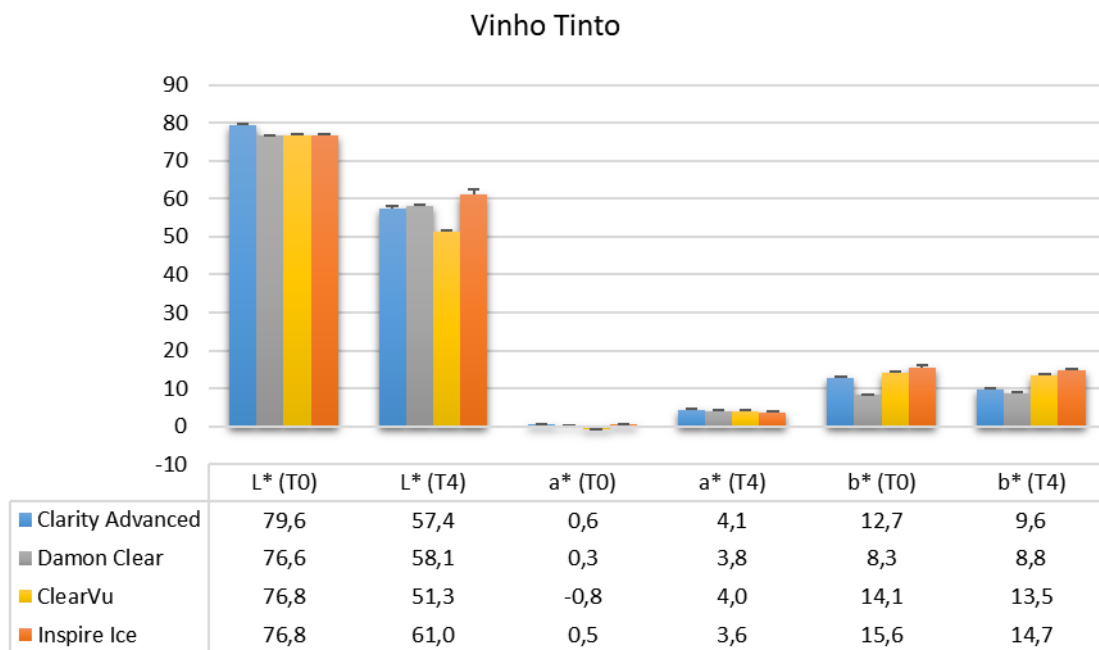


Gráfico 3 - Comparação dos valores médios de L* a* b* dos 4 tipos de brackets cerâmicos em T0 e T4 (21 dias) na solução vinho tinto.

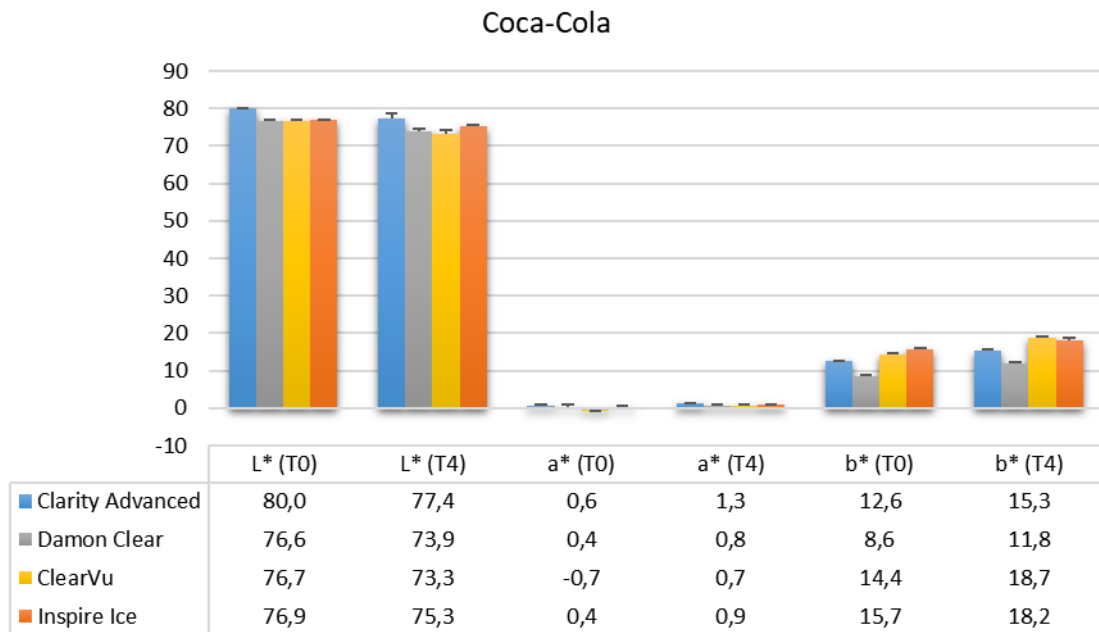


Gráfico 4 - Comparação dos valores médios de L* a* b* dos 4 tipos de brackets cerâmicos em T0 e T4 (21 dias) na solução Coca-Cola®.

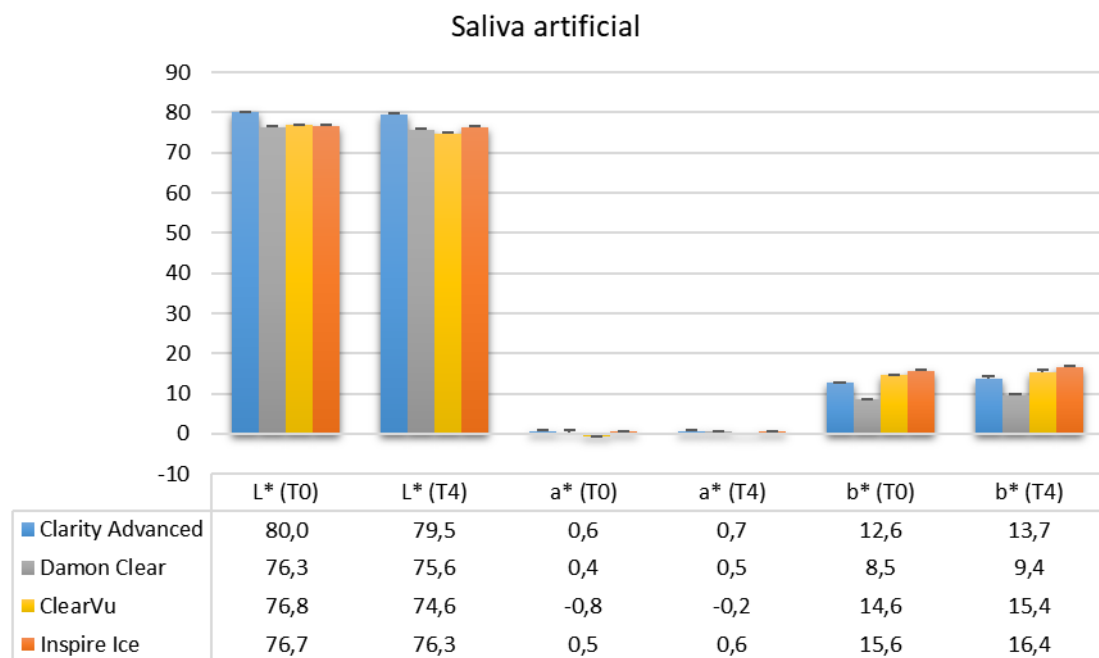


Gráfico 5 - Comparação dos valores médios de L* a* b* dos 4 tipos de brackets cerâmicos em T0 e T4 (21 dias) na solução saliva artificial.

A estatística descritiva referente aos parâmetros de cor L^* a^* b^* no momento inicial, sem exposição às soluções testadas, mostra que existem algumas diferenças nos valores dos 4 tipos de brackets cerâmicos. O parâmetro L^* (T0) é mais elevado nos brackets Clarity e semelhante nos restantes. Relativamente ao a^* (T0) é negativo para os brackets ClearVu e positivo para os restantes. Contudo, os valores desta coordenada são próximos de 0 para todos os brackets o que representa a sua tendência para o tom branco. O b^* (T0) apresenta valores mais elevados para os brackets Inspire Ice e ClearVu e mais baixos para os Damon Clear.

Através da análise dos gráficos apresentados verifica-se em todas as soluções que o parâmetro L^* , referente à luminosidade, diminuiu de T0 (momento da medição inicial antes de qualquer contacto com as soluções) para T4 (21 dias), ou seja, todos os brackets cerâmicos ficaram mais escuros. Verificou-se também um aumento da coordenada a^* em todas as soluções, mais pronunciado no café, chá preto e vinho tinto, revelando maior propensão para a aquisição de cor vermelha nestas soluções. O b^* aumentou em todas as soluções, revelando tendência para a aquisição de cor amarela, exceto no vinho tinto, em que se verificou uma diminuição dos valores nos brackets Clarity Advanced, ClearVu e Inspire Ice, apresentando tendência para a cor azul.

3.1.1. Avaliação da alteração de cor (ΔE^*) dos brackets cerâmicos nas soluções testadas ao longo do tempo

Na Tabela 7 encontram-se os resultados da ANOVA fatorial de medidas repetidas (Anexo I) que permitem avaliar as interações entre o tempo, tipo de bracket e solução. Estes revelam que existe uma diferença significativa na alteração de cor dos brackets com o tempo ($p < 0,001$), sendo este o fator que apresenta maior influência sobre a alteração de cor, seguido da interação tempo*solução (Eta parcial quadrado tempo=0,992; Eta parcial quadrado tempo*solução=0,602).

Verificou-se ainda que existe uma diferença significativa na alteração de cor entre as soluções com o tempo de imersão ($p < 0,001$) e que não existe semelhança na alteração de cor nos quatro tipos de brackets com o tempo ($p < 0,001$). Para além disso, a alteração de cor com o tempo depende da combinação solução-tipo de bracket ($p < 0,001$).

Tabela 7 - ANOVA fatorial de medidas repetidas (teste rastreio de pilai).

Efeito	Valor	F	p	Eta parcial quadrado	Potência
Tempo	0,992	39475,780	<0,001	0,992	>0,999
Tempo*Solução	1,807	37,881	<0,001	0,602	>0,999
Tempo*Tipo de bracket	1,232	23,233	<0,001	0,411	>0,999
Tempo*Solução*Tipo de bracket	1,718	11,167	<0,001	0,573	>0,999

Na Tabela 8 encontram-se descritas as médias e desvios padrões da alteração de cor (ΔE^*) dos 4 tipos de brackets cerâmicos em cada solução ao longo do tempo, bem como os resultados do teste ANOVA *one-way* e dos testes de comparações múltiplas de médias (*post-hoc Tukey HSD* e *post-hoc Tamhane*).

O teste ANOVA *one-way* foi realizado para avaliar eventuais diferenças de comportamento dos 4 tipos de brackets cerâmicos na mesma solução e tempo experimental. Os resultados deste teste indicam que existem diferenças significativas em todos os tempos ($p < 0,001$), entre pelo menos um dos 4 tipos de brackets cerâmicos, nas soluções café, chá preto, vinho tinto e saliva artificial. Na Coca-Cola® às 24 horas e 7 dias todos os brackets tiveram um comportamento semelhante ($p > 0,001$), sendo que aos 14 e 21 dias este já foi significativamente diferente ($p < 0,001$).

No entanto, para os resultados significativos não nos permite concluir entre que tipo de brackets existiam essas diferenças. Foram então realizados testes *post-hoc Tukey HSD* que permitem identificar que brackets apresentaram médias significativamente diferentes entre si.

Através da análise da Tabela 8 verifica-se que em todas as soluções, ao fim de 21 dias, os brackets ClearVu apresentam as médias mais elevadas de alteração de cor (ΔE^*) e os Inspire Ice as mais baixas, exceto para a solução chá preto em que o menor valor foi apresentado pelos Damon Clear.

A solução vinho tinto foi a que produziu maior alteração de cor ao fim de 21 dias (Média $\Delta E^* = 20,90$), seguida do chá preto (Média $\Delta E^* = 15,11$), café (Média $\Delta E^* = 14,31$) e, por último, da Coca-Cola® (Média $\Delta E^* = 4,20$).

Verificamos também que, regra geral, os valores de alteração de cor (ΔE^*) aumentaram ao longo do tempo para todas soluções.

Tabela 8 - Média e desvio padrão da alteração de cor (ΔE^*) dos brackets cerâmicos em cada solução e tempo, resultados das ANOVAS *one-way* e dos testes de comparações múltiplas de médias.

Solução: Café					
Tempo	Clarity Advanced	Damon Clear	ClearVu	Inspire Ice	ANOVA <i>p</i>
24h	2,92±0,37 ^A	2,64±0,54 ^A	4,07±0,17 ^B	1,25±0,34 ^C	<0,001
7 d	8,42±0,38 ^A	10,21±0,77 ^B	13,71±0,16 ^C	7,02±0,55 ^D	<0,001
14 d *	12,39±1,09 ^A	12,09±1,08 ^A	15,36±0,28 ^B	9,69±0,67 ^C	<0,001
21 d	14,93±1,02 ^{AB}	14,34±0,92 ^A	16,24±0,32 ^B	11,75±0,98 ^C	<0,001
Solução: Chá Preto					
24h	1,88±0,16 ^A	3,49±0,36 ^B	4,53±0,30 ^C	1,44±0,46 ^A	<0,001
7 d *	7,59±0,31 ^A	6,38±0,32 ^B	10,01±0,41 ^C	4,14±0,63 ^D	<0,001
14 d *	12,02±1,37 ^A	8,42±0,50 ^B	13,40±0,51 ^A	9,65±0,82 ^B	<0,001
21 d	16,19±0,87 ^A	12,77±1,80 ^B	17,84±0,51 ^C	13,64±0,65 ^B	<0,001
Solução: Vinho Tinto					
24h	2,08±0,63 ^A	2,19±0,59 ^A	9,54±0,46 ^B	2,17±0,78 ^A	<0,001
7 d	7,51±1,00 ^A	6,78±0,90 ^A	19,99±1,44 ^B	6,82±0,55 ^A	<0,001
14 d	16,60±0,76 ^A	12,41±1,06 ^B	22,88±1,18 ^C	10,24±1,18 ^D	<0,001
21 d *	22,67±0,82 ^A	18,77±0,48 ^B	26,02±0,43 ^C	16,16±1,71 ^B	<0,001
Solução: Coca-Cola®					
24h	0,82±0,42	1,39±0,35	1,23±0,75	0,97±0,51	0,256
7 d *	2,09±0,48	1,77±0,65	2,08±0,32	1,90±0,40	0,597
14 d	1,42±0,44 ^A	2,35±0,29 ^B	4,97±0,32 ^C	2,16±0,41 ^B	<0,001
21 d	3,94±0,65 ^{AB}	4,25±0,47 ^B	5,65±0,77 ^C	2,95±0,65 ^A	<0,001
Solução: Saliva Artificial					
24h	0,25±0,18 ^{AB}	0,31±0,34 ^{AB}	0,60±0,28 ^B	0,17±0,75 ^A	0,029
7 d *	1,34±0,24 ^A	0,35±0,76 ^B	1,14±0,43 ^A	0,51±0,24 ^B	<0,001
14 d	1,10±0,19 ^A	0,81±0,31 ^A	2,17±0,38 ^B	0,63±0,28 ^A	<0,001
21 d	1,21±0,22 ^A	1,22±0,35 ^A	2,44±0,37 ^B	0,97±0,26 ^A	<0,001

Nota: 1) Nos tempos marcados com * as variâncias não são homogêneas de acordo com o teste de *Levene*. Nestes casos foi realizada ANOVA com correção de *Brown-Forsythe* e testes *post-hoc de Tamhane*. 2) Letras diferentes indicam médias significativamente diferentes na horizontal. Letras não são apresentadas quando o resultado da ANOVA não foi significativo.

Na Tabela 9 encontram-se as médias e desvios padrões das 10 medições de pH efetuadas ao longo dos 21 dias, no momento inicial de imersão, para cada uma das soluções. Foi também feita uma medição do pH inicial (T0) e após 24 horas das soluções se encontrarem no interior da estufa, de modo a verificar se não ocorriam alterações antes de serem trocadas (Tabela 10).

Tabela 9 - Média e desvio padrão de 10 medições de pH efetuadas no momento inicial de imersão para cada solução.

Solução	pH (n=10)
Café	4,85 ± 0,53
Chá preto	5,07 ± 0,12
Vinho tinto	3,43 ± 0,02
Coca-Cola®	2,54 ± 0,03
Saliva artificial	5,50 ± 0,02

Tabela 10 - Medição do pH inicial e após 24 horas de imersão na estufa.

Solução	pH inicial	pH após 24h de imersão
Café	4,81	4,88
Chá preto	5,12	5,08
Vinho tinto	3,47	3,49
Coca-Cola®	2,60	2,53
Saliva artificial	5,48	5,50

3.1.2. Avaliação da estabilidade de cor visualmente com recurso à fotografia

As figuras seguintes permitem-nos avaliar a alteração de cor visualmente ao longo do tempo, bem como efetuar uma comparação entre o método visual e o método quantitativo, referente às medições com o espectrofotómetro, cujos valores se encontram representados nos gráficos 6, 7, 8, 9 e 10, para cada uma das soluções.

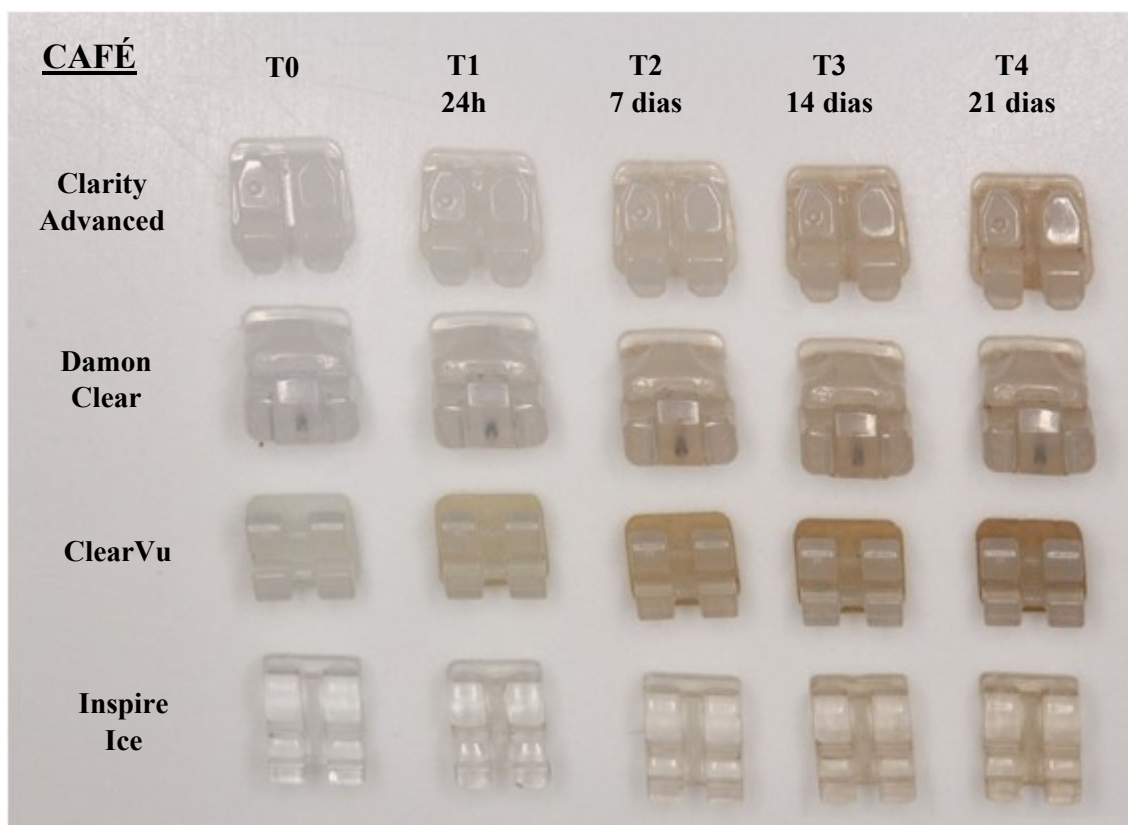


Figura 16 – Fotografias dos brackets cerâmicos nos cinco tempos experimentais na solução café.

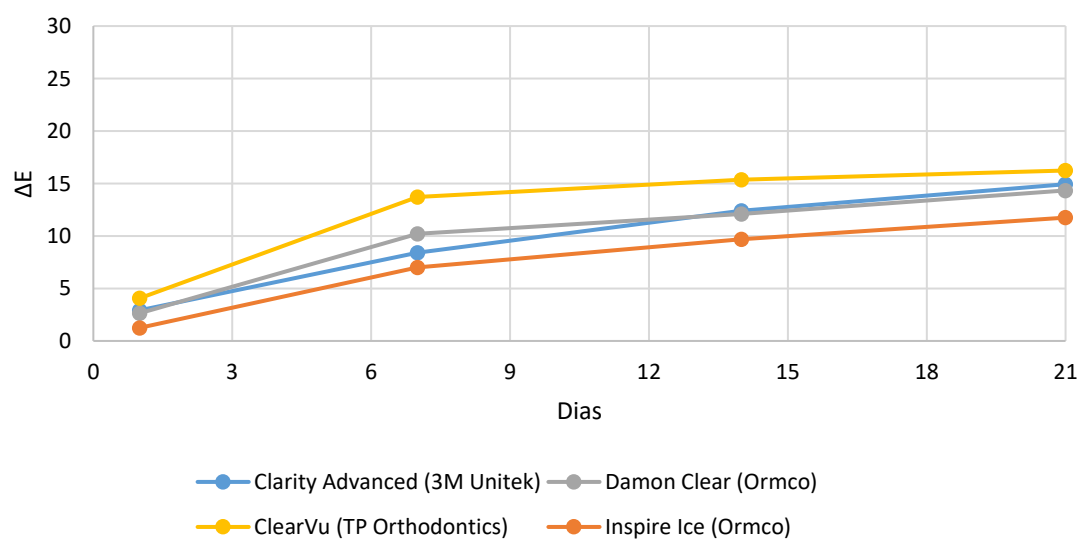


Gráfico 6 - Gráfico com a média dos valores de alteração de cor (ΔE^*) dos brackets cerâmicos testados na solução café.

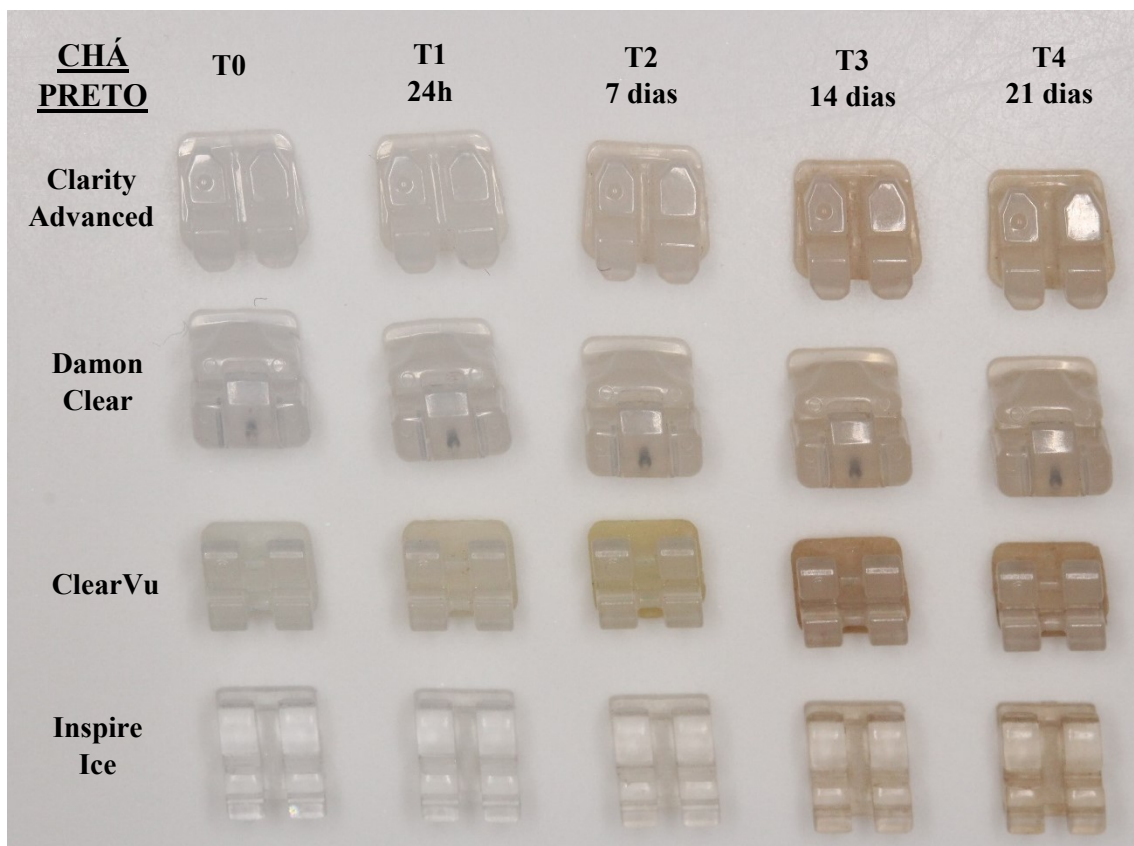


Figura 17 - Fotografias dos brackets cerâmicos nos cinco tempos experimentais na solução chá preto.

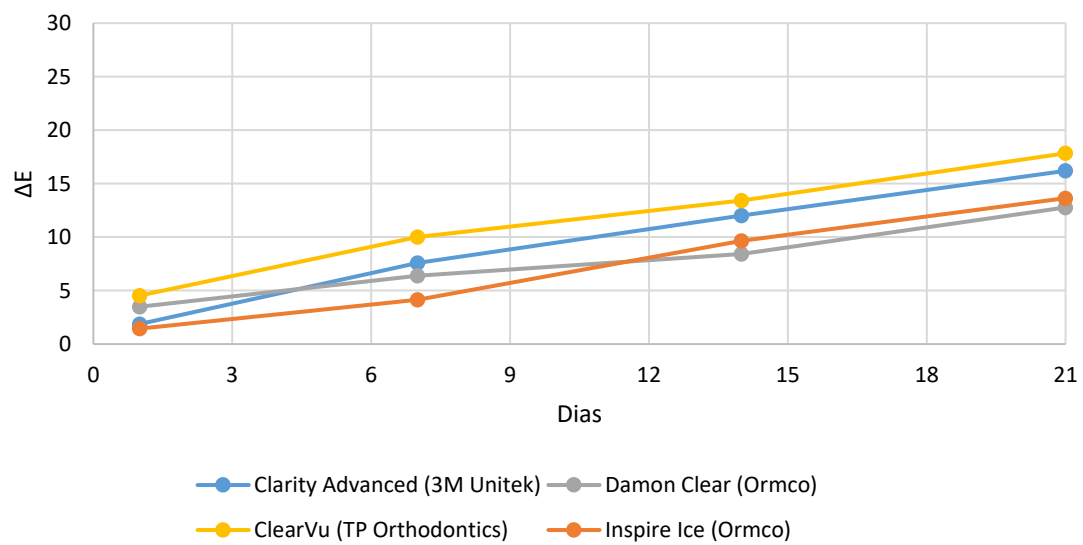


Gráfico 7 - Gráfico com a média dos valores de alteração de cor (ΔE^*) dos brackets cerâmicos testados na solução chá preto.

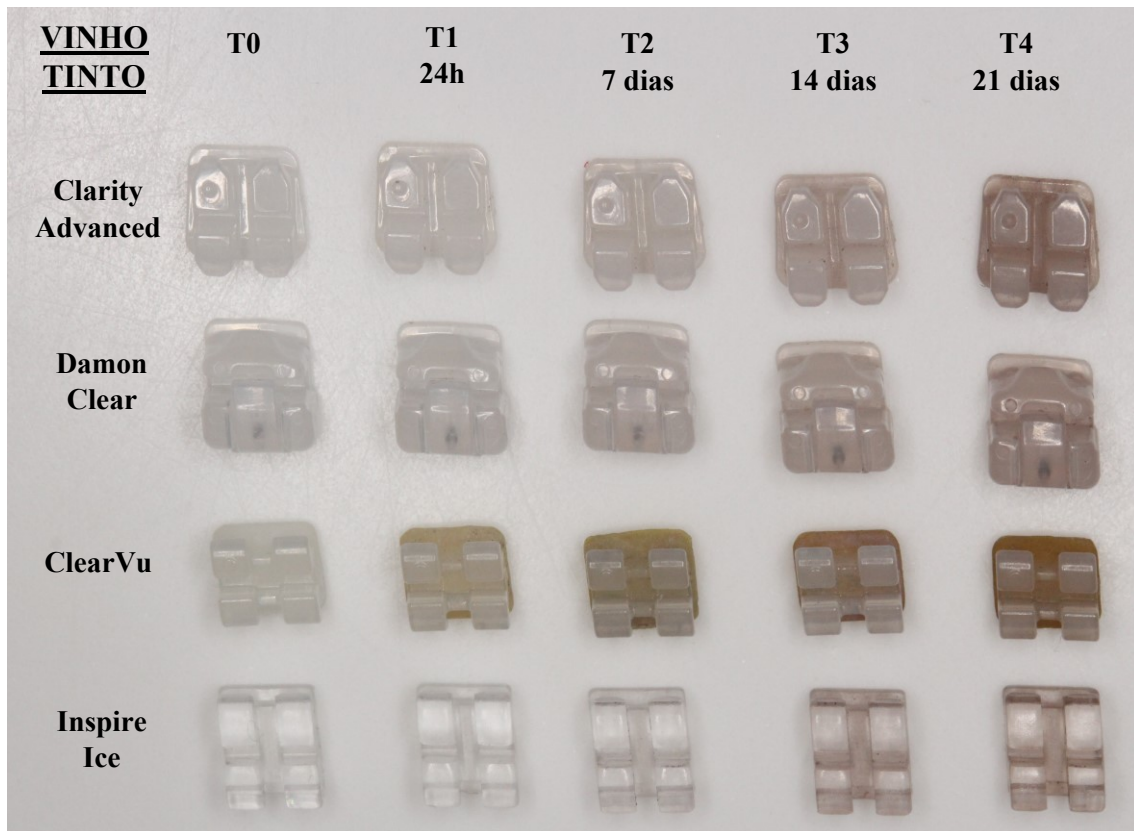


Figura 18 - Fotografias dos brackets cerâmicos nos cinco tempos experimentais na solução vinho tinto.

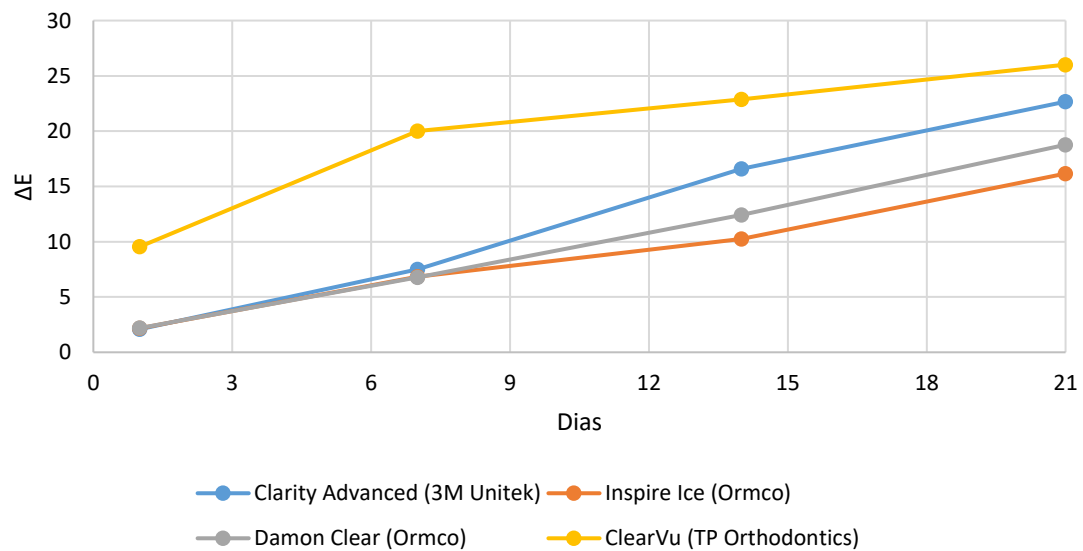


Gráfico 8 - Gráfico com a média dos valores de alteração de cor (ΔE^*) dos brackets cerâmicos testados na solução vinho tinto.

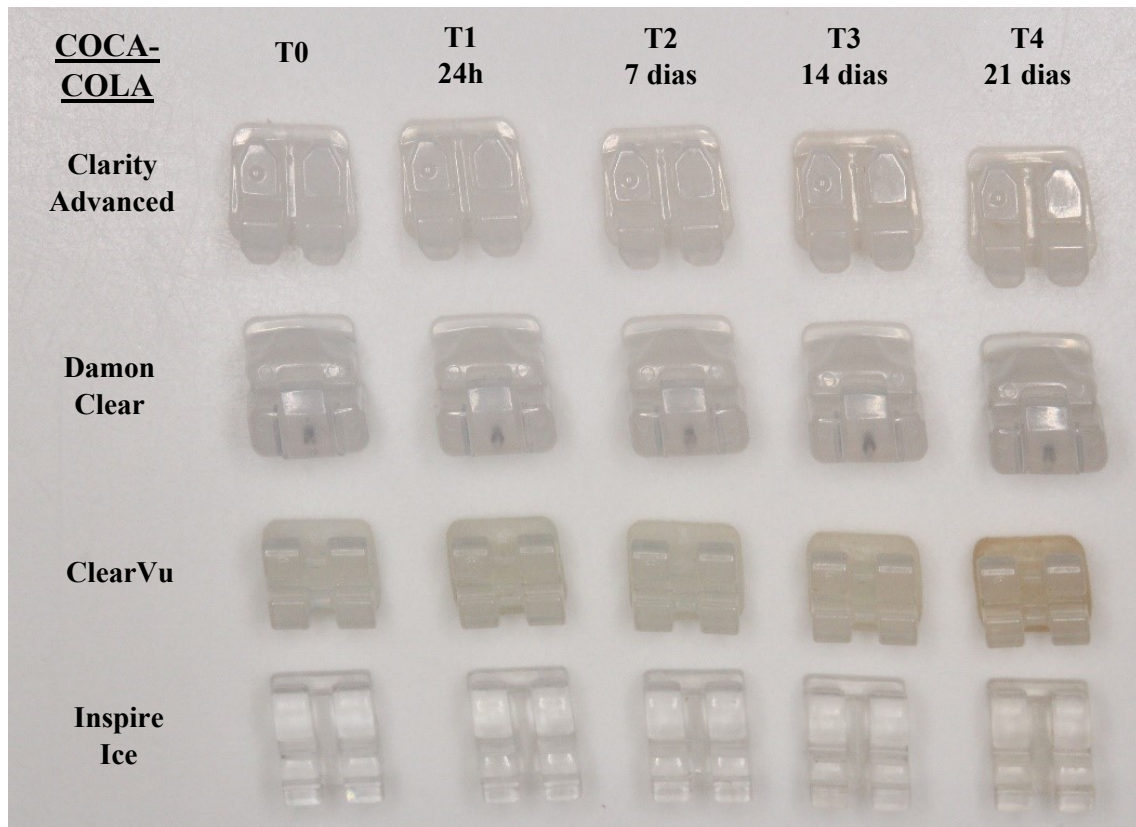


Figura 19 - Fotografias dos brackets cerâmicos nos cinco tempos experimentais na solução Coca-Cola®.

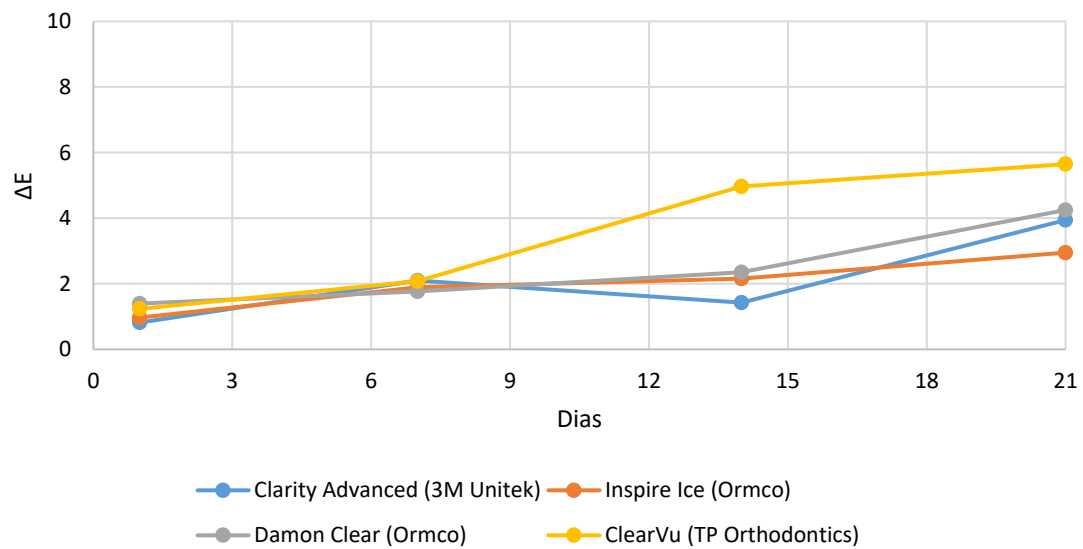


Gráfico 9 - Gráfico com a média dos valores de alteração de cor (ΔE^*) dos brackets cerâmicos testados na solução Coca-Cola®.

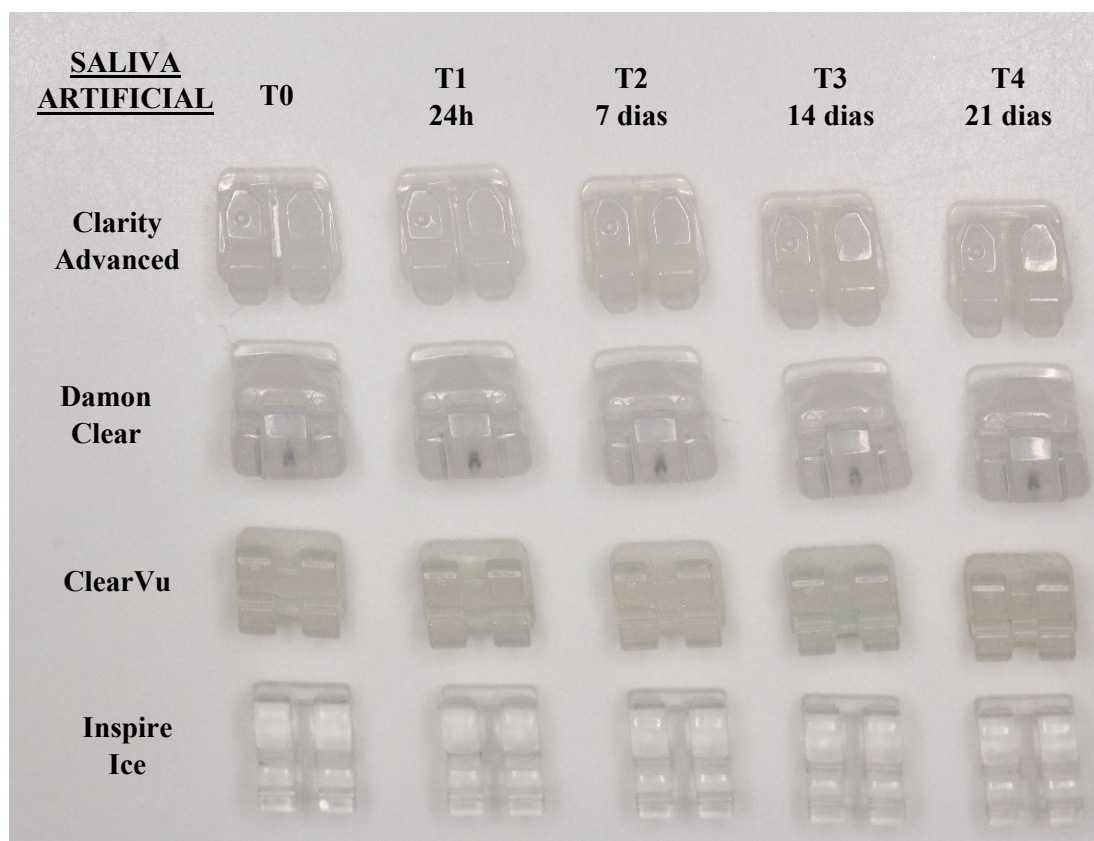


Figura 20 - Fotografias dos brackets cerâmicos nos cinco tempos experimentais na solução saliva artificial.

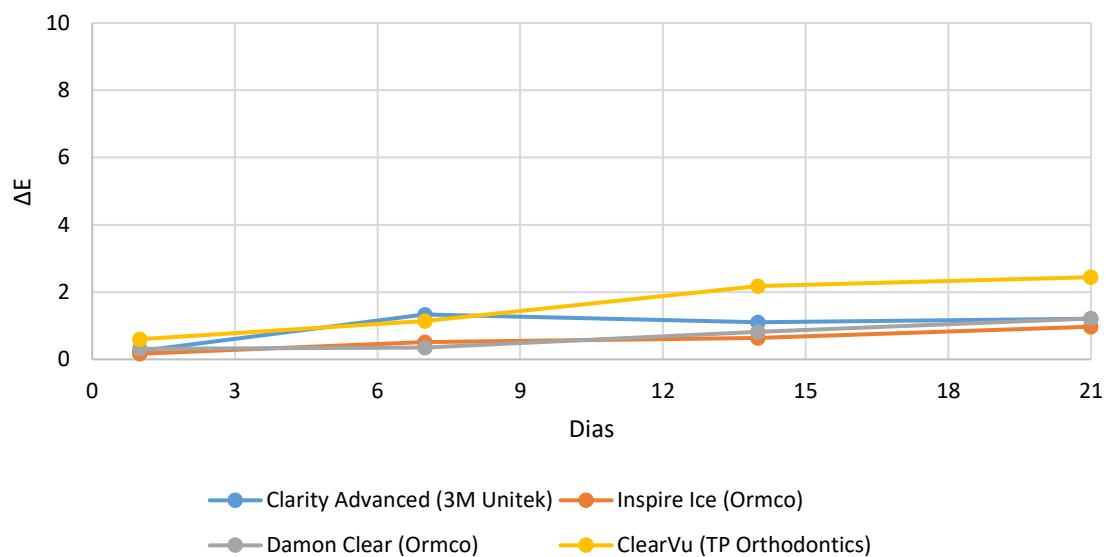


Gráfico 10 - Gráfico com a média dos valores de alteração de cor (ΔE^*) dos brackets cerâmicos testados na solução saliva artificial.

Para efetuar a comparação entre o método quantitativo e visual, considerou-se que quando $\Delta E^* > 3,7$ a pigmentação é perceptível e clinicamente significativa (Guignone et al., 2015; Karadas & Seven, 2014; Khasayar et al, 2014; Lopes Filho et al., 2012; Oliveira et al., 2014a; Oliveira et al., 2014b; Yadav et al, 2013).

Regra geral, verificámos concordância entre a avaliação da alteração de cor pelo método quantitativo e visual, sendo que quando $\Delta E^* > 3,7$ a pigmentação revelou-se visível nas fotografias.

Apenas na Coca-Cola® aos 21 dias, os brackets Clarity Advanced e Damon Clear apresentaram valores de ΔE^* de 3,94 e 4,25, respetivamente, que não foram perceptíveis visualmente. Neste caso o resultado da análise visual e espectrofotométrica não foi compatível.

A Figura 21 permite-nos comparar visualmente o potencial de pigmentação de cada uma das soluções testadas ao fim de 21 dias de imersão.

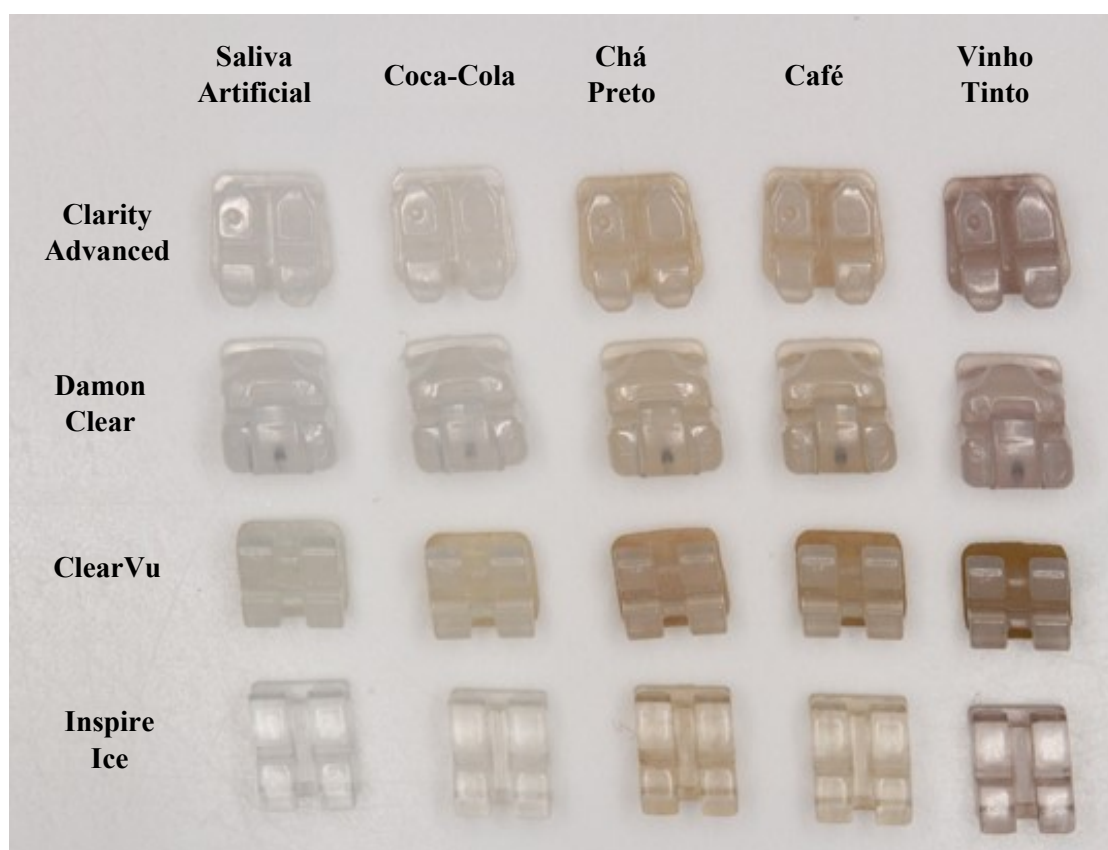


Figura 21 – Comparação da pigmentação provocada por cada uma das soluções nos 4 tipos de brackets cerâmicos aos 21 dias.

3.2. Discussão

3.2.1. Escolha da investigação

Tendo em conta a procura crescente por aparelhos ortodônticos mais estéticos tem sido visível um aumento da diversidade de brackets cerâmicos lançados no mercado, com diferentes composições e propriedades óticas (Russell, 2005). As propriedades óticas, como a estabilidade de cor, são de extrema relevância uma vez que condicionam a semelhança de cor a longo prazo do bracket com o dente subjacente (Lee, 2008).

É de salientar que quando os pacientes optam pelo uso de brackets cerâmicos esperam que o seu aspeto não sofra alterações ao longo do tratamento ortodôntico. Contudo, vários estudos desenvolvidos até agora identificaram a ocorrência de alteração de cor em brackets estéticos (Tabela 3), tornando-se oportuno tentar identificar no mercado quais os produtos que melhor irão satisfazer as exigências estéticas dos pacientes.

Diversos autores indicam também, que quando os pacientes apresentam dietas ricas em bebidas e alimentos potencialmente corantes, verifica-se a deposição de cromogéneos provenientes dos mesmos, e a consequente pigmentação dos brackets, sendo que nem sempre a escovagem é efetiva na sua remoção (Guignone et al., 2015; Oliveira et al., 2014a; Wriedt et al., 2007).

Assim, o objetivo principal deste estudo foi avaliar a estabilidade de cor de quatro tipos de brackets cerâmicos de três marcas disponíveis no mercado, quando expostos a bebidas potencialmente corantes como o chá preto, o café, o vinho tinto e a Coca-Cola®.

Foram utilizados diferentes tipos de brackets cerâmicos uma vez que estes surgiram com o objetivo de colmatar os problemas de pigmentação, e consequente instabilidade de cor devido à alta capacidade de absorção de água, encontrados nos brackets plásticos, tendo sido descritos como resistentes à pigmentação e descoloração (Gautam & Valiathan, 2007; Reddy et al., 2010; Sobreira et al., 2007). Verificou-se, assim, pertinente averiguar se o objetivo para que foram criados estaria realmente a ser cumprido ou se ainda deveria existir investimento por parte dos fabricantes de modo a melhorar a estabilidade de cor dos brackets cerâmicos.

Para além disso, apesar dos brackets cerâmicos serem cada vez mais utilizados por adultos, os pacientes nem sempre estão informados relativamente às alterações de cor que estes podem sofrer durante o tratamento (Axante et al., 2014).

Deste modo, para que o ortodontista saiba seleccionar quais os brackets que apresentam melhor estabilidade de cor ao longo do tratamento ortodôntico, bem como para informar os pacientes relativamente à influência dos seus hábitos alimentares na cor dos brackets cerâmicos, realizou-se um estudo comparativo entre 3 fabricantes e 4 tipos de brackets quando expostos a bebidas cromogéneas frequentemente presentes na dieta.

3.2.2. Escolha do método de investigação

Para avaliar a estabilidade de cor dos brackets cerâmicos optou-se pela realização de um estudo *in vitro*, uma vez que um estudo *in vivo* pode resultar numa validação mais fraca na avaliação de propriedades específicas de um material, pois o ambiente oral é difícil de standardizar. Consequentemente, os resultados podem ser influenciados por diversos fatores como variações na flora microbiana e enzimas salivares, diferentes hábitos alimentares e de higiene oral, e diferentes forças funcionais (Buchmann, Senn, Ball, & Brauchli, 2012).

A própria ação mecânica da escovagem pode afetar a superfície dos brackets e conduzir a alterações na pigmentação adquirida. Como tal, o efeito da escovagem não foi incluído neste estudo de modo a que houvesse uma preservação das suas características (Wriedt et al., 2007).

Apesar dos estudos *in vitro* permitirem um maior controlo, apresentam como limitação a dificuldade de reproduzir as condições existentes na cavidade oral, sendo importante salientar que o facto de cada paciente apresentar hábitos alimentares diferentes, apresenta uma relação direta com a pigmentação dos brackets ao longo do tratamento ortodôntico (Guignone et al., 2015).

A maioria dos estudos relativos ao tema procederam também a uma avaliação *in vitro* da estabilidade de cor de brackets estéticos (Tabela 3).

Um estudo *in vivo* de Kato et al. (2011) procurou avaliar a estabilidade de cor de brackets plásticos após 2 anos na cavidade oral em 46 pacientes, entre os 20 e 30 anos de idade, com recurso a um colorímetro. Contudo, este método não é recomendado para a leitura de brackets, estando apenas indicado para superfícies planas (Joiner et al., 2004).

À semelhança de grande parte dos estudos, para avaliar as alterações de cor de brackets cerâmicos após imersão em soluções potencialmente corantes, optou-se pela utilização de um espectrofotómetro por ser considerado o método mais fidedigno (Guignone et al., 2015; Kannan, Saboo, Kumar, & Murali, 2014; Mendonça et al., 2011; Oliveira et al., 2014a; Oliveira et al., 2014b; Wriedt et al., 2007; Yadav et al., 2013). Este permite a realização de medições 93,3% mais objetivas e 33% mais exatas que a observação visual, apresentando uma elevada fiabilidade (96,9%) e precisão (80,2%) (Kim-Pusateri et al., 2009; Paul et al., 2002). Para além disso, o espectrofotómetro utilizado neste estudo, SpectroShade Micro, apresenta uma geometria de 45° de iluminação e 0° de observação, sendo esta considerada a mais adequada para uso clínico (Paul et al., 2002).

Foram efetuadas 3 medições para cada bracket com o espectrofotómetro, tal como recomendado por Chu et al. (2010), Guler, Yilmaz, Kulunk, Guler e Kurt (2005) e Kim-Pusateri et al. (2009).

Guignone e seus colaboradores (2015) optaram por fazer a leitura na base dos brackets, depois de desgastadas de forma padronizada, referindo que as medições na face vestibular podem sofrer influência das sombras e da maior acumulação de pigmentação que ocorrem nas zonas da *slot* e aletas do bracket.

Contrariamente, neste estudo as medições foram feitas na face vestibular dos brackets cerâmicos pois esta, por ser a face visível e a área que está exposta ao meio oral, é que poderá originar mais problemas estéticos ao paciente caso não apresente estabilidade de cor. Para além disso, deve ter-se precisamente em consideração o facto do seu *design* apresentar zonas que favorecem a maior retenção de cromogénios e avaliar até que ponto este não deva ser alterado por parte dos fabricantes de modo a diminuir a acumulação de pigmentação e de placa bacteriana. Algo importante de mencionar é que a leitura na base acaba por não ter em consideração que o tipo de polimento da superfície dos brackets cerâmicos é diferente entre fabricantes, o que pode promover uma maior ou menor acumulação superficial de pigmentos (Lee, 2008; Turgut et al., 2013).

Os brackets ClearVu apresentam uma base de um polímero flexível patenteado, contrariamente aos outros brackets testados cuja base é de cerâmica, sendo este mais um dos motivos para a leitura ter sido feita na face vestibular, tal como preconizado nos estudos de Oliveira et al. (2014a, 2014b) e Wriedt et al. (2007).

A utilização de câmaras digitais para determinar alterações de cor em materiais dentários é cada vez mais frequente, pois é considerado um método mais prático, reprodutível pelo profissional em condições clínicas, e com menos custos que a espectrofotometria (Chu et al., 2010; Wee et al., 2006). Para além disso, existe uma correlação alta e estatisticamente significativa entre a espectrofotometria e a câmara digital (Cal, Guneri, & Kose, 2006; Jarad, Russell, & Moss, 2005). De modo a obter um resultado mais fidedigno, é recomendado aliar o método visual ao instrumental, pois ambos se completam (Chu et al., 2010). Por estas razões, foram também utilizadas fotografias digitais para registar e comparar a alteração de cor dos brackets cerâmicos ao longo do tempo, antes e após imersão nas soluções testadas (Akyalcin et al., 2012; Wriedt et al., 2007).

Neste estudo as soluções utilizadas foram o café, o chá preto, o vinho tinto e a Coca-Cola®, indo ao encontro dos estudos de Guignone et al. (2015), Kannan et al. (2014), Oliveira et al. (2014a, 2014b), e Wriedt et al. (2007), uma vez que por serem bebidas cromogéneas frequentemente consumidas pela população adulta, torna-se oportuno investigar o seu efeito na cor dos brackets cerâmicos.

Os brackets cerâmicos foram imersos em saliva artificial, em vez de água destilada, à semelhança dos estudos de Akyalcin et al. (2012), Guignone et al. (2015) e Oliveira et al. (2014a, 2014b), de modo a aproximarmo-nos mais da realidade clínica, bem como para avaliar a possibilidade dos seus componentes poderem provocar alguma alteração de cor.

Os recipientes foram colocados numa estufa de incubação a uma temperatura de 37° por esta ser semelhante à temperatura da cavidade oral (Akyalcin et al., 2012; Mendonça et al., 2011; Oliveira et al., 2014a; Oliveira et al., 2014b; Wriedt et al., 2007). É de salientar que apesar da temperatura escolhida ser adequada para a realização de uma situação laboratorial controlada, não replica as condições exatas do meio oral, uma vez que os brackets cerâmicos são expostos a uma gama diversa de temperaturas, dependendo das comidas e bebidas consumidas.

As soluções foram trocadas a cada 24 horas para assegurar a manutenção das características das mesmas, bem como para evitar a colonização bacteriana, uma vez que esta pode ter um efeito cromogéneo e provocar alterações nos resultados (Axante et al., 2014; Guignone et al., 2015; Oliveira et al., 2014a; Oliveira et al., 2014b).

O pH das soluções foi medido diversas vezes visto que este é um dos fatores que pode afetar o grau de pigmentação obtida (Guignone et al., 2015). De facto, a superfície dos materiais dentários é afetada quando expostos a um pH mais baixo, o que pode contribuir para um aumento da pigmentação, tornando-se, deste modo, relevante verificar se não estavam a existir variações significativas neste parâmetro (Örtengren, Andersson, Elgh, Terselius, & Karlsson, 2001; Poggio, Dagna, Chiesa, Colombo, & Scribante, 2012).

Foi também feita uma medição no momento de imersão inicial e após 24 horas na estufa para verificar se no período em que as soluções não eram trocadas havia alguma variação no pH das mesmas, tal como preconizado por Mendonça et al. (2011).

Nesta investigação, durante as medições com o espectrofotómetro, foi utilizado um frasaco com uma caixa no dente 11, onde foram colocados os brackets. Nos estudos de Mendonça et al. (2011) e Oliveira et al. (2014b) foram utilizadas matrizes individuais de polivinilclorido (PVC) pretas ou de silicone brancas, respectivamente, com a mesma finalidade. Também no estudo de Axante et al. (2014) é referida a utilização de uma forma para conseguir reproduzir a mesma posição dos brackets em todas as medições, de modo a que esta apresentasse uma influência mínima na geração de erros.

A utilização da opção de sincronização do SpectroShade Micro Optic, que consistia na sobreposição de duas imagens e posterior obtenção de um valor de ΔE^* , permitiu-nos averiguar a existência de diferenças significativas entre as diversas medições, assegurando um baixo erro do método (se $\Delta E^* > 1$ as medições eram repetidas) (Kim-Pusateri et al., 2009).

Para avaliar as alterações cromáticas em cada tempo, após imersão nas soluções, foi utilizado o sistema CIE $L^*a^*b^*$, pois é um dos métodos mais usados e aceites na avaliação quantitativa de diferenças de cor de variados materiais dentários, incluindo brackets estéticos, apresentando diversas vantagens como: repetibilidade, sensibilidade e objetividade (Akyalcin et al., 2012; Guignone et al., 2015; Lee, 2008; Mendonça et al., 2011; Yu & Lee, 2011).

Neste estudo foi considerado que quando $1 < \Delta E^* < 3,7$ a pigmentação é perceptível e clinicamente aceitável, sendo que apenas se considerou a existência de pigmentação clinicamente significativa para valores de $\Delta E^* > 3,7$. Este valor baseia-se nos limites de alteração de cor clinicamente visível utilizados na maioria da literatura (Guignone et al.,

2015; Guler et al., 2005; Karadas & Seven, 2014; Khasayar et al, 2014; Lopes Filho et al., 2012; Oliveira et al., 2014a; Oliveira et al., 2014b; Yadav et al, 2013).

Outros estudos com brackets estéticos adotam o valor de $\Delta E^* = 3,3$ como o limiar para a aceitabilidade clínica na alteração da cor (Faltermeier et al., 2007; Kannan et al., 2014). Contudo, ambos os valores foram criados em estudos para restaurações a resina composta e outros materiais de restauração.

De facto, um estudo semelhante de Wriedt et al. (2007) verificou que no caso dos brackets, por se tratarem de objetos tridimensionais, um limite de $\Delta E^* < 3,3$ para valores clinicamente aceitáveis é demasiado pequeno, referindo que valores de ΔE^* inferiores a 5 são indistinguíveis ao observador e valores entre 5 e 10 são notórios mas não podem ser considerados aceitáveis. Apenas quando $\Delta E^* > 10$ foi considerado existir alteração de cor clinicamente inaceitável.

Por outro lado, Mendonça e seus colaboradores (2011) referem que os limites de ΔE^* de aceitabilidade e perçetibilidade clínica utilizados noutros estudos não podem ser comparados, uma vez que os resultados obtidos dependem da metodologia e do facto dos brackets testados serem diferentes.

Pelo facto de não existir consenso na literatura, mais estudos serão necessários para determinar um valor limite que possa ser aplicado diretamente a brackets cerâmicos.

As medições com o espectrofotómetro para avaliar a alteração de cor foram efetuadas às 24 horas e aos 7, 14 e 21 dias, tal como nos estudos de Oliveira et al. (2014a, 2014b).

Considerou-se interessante avaliar a alteração de cor, inicialmente, num curto período de tempo, contudo as 24 horas são consideradas insuficientes para analisar alterações de cor em materiais dentários (Mendonça et al., 2011; Stober, Gilde, & Lenz, 2001). Posteriormente, a avaliação cromática foi feita de 7 em 7 dias para que existisse um contacto mais prolongado das soluções com os brackets e, consequentemente, uma maior acumulação de pigmentação.

Para a escolha dos tempos de avaliação da alteração de cor foi tido em conta uma média da frequência de consumo e do tempo que demora a ingestão das bebidas reportada por outros artigos (Ertas, Güler, Yücel, Köprülü, & Güler, 2006; Guignone et al., 2015; Kannan et al., 2014). Trata-se, assim, de uma estimativa que deve ser individualizada,

uma vez que varia de paciente para paciente, de acordo com os seus hábitos alimentares e com o tempo de tratamento expectável pelo ortodontista (Guignone et al., 2015).

Sabe-se que grande parte dos adultos bebe café diariamente, tendo sido reportado que o consumo médio de café é de 3,2 chávenas por dia e que o tempo médio de consumo de uma chávena é de 15 minutos. Assim, 24 horas de imersão em café representam 1 mês de consumo de café. Logo, 21 dias de imersão *in vitro*, tempo máximo utilizado neste estudo, simulam a suscetibilidade dos brackets cerâmicos à pigmentação provocada pelo café durante 1 ano e 9 meses de tratamento ortodôntico (Ertas et al., 2006; Guignone et al., 2015; Kannan et al., 2014).

Também de acordo com Kannan et al. (2014), 1, 3 e 6 dias de imersão dos brackets cerâmicos nas soluções correspondem a um total de exposição *in-vivo* de 1, 3 e 6 meses, respetivamente.

Grande parte dos estudos que procuraram avaliar a estabilidade de cor de brackets estéticos, à semelhança deste, optaram pela colocação dos brackets em imersão contínua nas soluções de modo a permitir uma extrapolação dos resultados para um período de tempo mais alargado, uma vez que o tratamento ortodôntico pode estender-se durante vários anos. Assim, apesar da imersão contínua sobrestimar os resultados encontrados, estes podem apresentar uma forte correlação com a alteração de cor observada nos pacientes que consomem frequentemente estas bebidas (Guignone et al., 2015; Kannan et al., 2014; Mendonça et al., 2011; Wriedt et al., 2007).

3.2.3. Discussão dos resultados

A pigmentação observada e os testes estatísticos realizados rejeitam as hipóteses nulas dos problemas propostos, sendo aceites as hipóteses alternativas.

Neste estudo verificou-se que todos os brackets cerâmicos registaram valores de alteração de cor superiores aos considerados clinicamente aceitáveis ($\Delta E^* > 3,7$), a partir dos 7 dias de imersão, nas soluções café, chá preto e vinho tinto.

Para além da alteração de cor ter sido significativa pela análise com o espectrofotómetro, foi também bastante evidente a pigmentação provocada por estas três soluções na análise visual das fotografias digitais. Uma vez que foi verificada concordância entre a avaliação quantitativa e visual, podemos inferir que existe uma forte correlação entre o consumo frequente de café, chá preto e vinho tinto e a pigmentação de

brackets cerâmicos, indo ao encontro dos resultados de Kannan et al. (2014), Oliveira et al. (2014a, 2014b) e Wriedt et al. (2007).

Na solução vinho tinto todos os brackets cerâmicos apresentaram uma tonalidade mais arroxeada ao fim de 21 dias de imersão, tal como corroborado pela diminuição dos valores b^* do sistema CIE $L^*a^*b^*$, sendo que menores valores da coordenada b^* indicam tendência para a cor azul.

Nas soluções café e chá preto foi revelada uma tendência para a aquisição de cor amarela e vermelha por todos os brackets cerâmicos, o que é corroborado pelo aumento dos valores de a^* (+ a^* vermelho) e de b^* (+ b^* amarelo).

Através da análise visual das fotografias digitais e dos valores da alteração de cor (ΔE^*) verificámos que o potencial de pigmentação das quatro soluções corantes não é idêntico, indo ao encontro dos estudos de Akyalcin et al. (2012), Guignone et al. (2015), Mendonça et al. (2011) e Oliveira et al. (2014b).

O vinho tinto foi a solução que provocou maior pigmentação nos quatro tipos de brackets cerâmicos, tal como verificado no estudo de Guignone et al. (2015). Este resultado pode dever-se ao facto do vinho ser uma bebida acídica que contém um elevado teor de cromogéneos e de álcool. Alguns autores reportaram que o etanol apresenta tendência para alterar as propriedades da superfície dos materiais dentários, aumentando a área de adsorção de pigmentos (Sarrett, Coletti, & Peluso, 2000; Villalta, Lu, Okte, Garcia-Godoy, & Powers, 2006).

Contrariamente, no estudo de Oliveira et al. (2014b) a solução em que se registaram as médias mais elevadas de alteração de cor foi o café. Contudo, a quantidade de café solúvel que estes utilizaram é superior à usada neste estudo, sendo as 2g a quantidade recomendada pelos fabricantes por chávena de café (75 ml).

A pigmentação provocada pela Coca-Cola® foi mais baixa que a do vinho tinto, café e chá preto, tal como verificado nos estudos de Kannan et al. (2014) e Oliveira et al. (2014a, 2014b). Este resultado pode estar associado ao facto da Coca-Cola® ter menos cafeína na sua composição, ocorrendo uma menor deposição de pigmentação amarela, comparativamente com o café ou o chá preto (Mitchell, Knight, Hockenberry, Teplansky, & Hartman, 2014).

Na Coca-Cola®, a alteração de cor registada pelo espectrofotómetro apenas atingiu valores significativos para os brackets ClearVu aos 14 dias ($\Delta E^* = 4,97$) e para

os Clarity Advanced ($\Delta E^* = 3,94$) e Damon Clear ($\Delta E^* = 4,25$) aos 21 dias. Contudo, a alteração de cor não foi visível nas fotografias para os dois últimos brackets. Assim, esta solução apenas provocou pigmentação significativa e perceptível visualmente para os brackets ClearVu aos 21 dias ($\Delta E^* = 5,65$).

Também no estudo de Guignone et al. (2015) a Coca-Cola® não provocou pigmentação visível nos brackets, embora apresentasse valores de ΔE^* significativos ($\Delta E^* > 3,7$) na análise espectrofotométrica. Este facto poderá estar relacionado com o assunto discutido anteriormente do valor limite de aceitabilidade clínica de $\Delta E^* = 3,7$ não ter sido criado para objetos tridimensionais como os brackets cerâmicos, podendo neste caso ser mais adequado um valor superior ao mencionado, como defendido por Wriedt et al. (2007).

Para além disso, devemos ter em conta que apesar de ter sido verificado no nosso estudo, regra geral, uma forte concordância entre a alteração de cor registada pela câmara digital e o espectrofotómetro, a avaliação quantitativa consegue sempre detetar menores variações de cor (Chu et al., 2010).

Na saliva artificial nenhum dos brackets apresentou alteração de cor visualmente perceptível nas fotografias nem na análise espectrofotométrica ($\Delta E^* < 3,7$), em concordância com os estudos de Oliveira et al. (2014a) e de Guignone et al. (2015). Resultados contrários foram verificados no estudo de Akyalcin et al. (2012) em que ocorreu alteração de cor mesmo quando os brackets foram expostos à saliva artificial. Os autores referiram que este facto poderá estar relacionado com a perda do polimento da superfície dos brackets quando expostos ao efeito de lavagem da saliva.

Neste estudo verificou-se que o tempo de imersão afeta significativamente o grau de pigmentação dos diferentes brackets cerâmicos testados, uma vez que foi visível nas fotografias digitais um aumento da pigmentação ao longo do tempo, bem como através da análise com o espectrofotómetro, em que, regra geral, foi verificado um aumento dos valores de ΔE^* .

Para além do tempo de imersão, a estabilidade de cor dos brackets cerâmicos dependeu ainda do tipo de bracket e da solução, tal como constatado noutros estudos (Akyalcin et al., 2012; Mendonça et al., 2011; Oliveira et al., 2014b).

Foi também verificado que a alteração de cor dos diferentes brackets cerâmicos não é idêntica quando imersos na mesma solução, existindo variações significativas entre

os 4 tipos de brackets em todas as soluções e tempos experimentais, com exceção para as 24 horas e 14 dias na solução Coca-Cola® em que estes apresentaram um comportamento cromático semelhante.

As variações encontradas na estabilidade de cor dos 4 tipos de brackets cerâmicos podem dever-se à sua composição química, morfologia (tamanho, forma e espessura) ou características da superfície (Lee, 2008; Yu & Lee, 2011).

Os brackets cerâmicos policristalinos ClearVu (TP Orthodontics®) apresentaram maior pigmentação em todas as soluções testadas o que poderá estar relacionado com o facto da sua base não ser de cerâmica, uma vez que foi observada maior pigmentação ao nível da base que na face vestibular.

Regra geral, os brackets cerâmicos monocristalinos Inspire Ice (Ormco®) apresentaram as menores médias de alteração de cor, indo ao encontro dos resultados obtidos nos estudos de Akyalcin et al. (2012) e Oliveira et al. (2014a, 2014b). Apenas na solução chá preto os brackets Damon Clear (Ormco®) apresentaram um valor de ΔE^* inferior.

Apesar de neste estudo ter sido verificado, em quase todas as soluções, um menor grau de pigmentação por um bracket cerâmico monocristalino, diversos estudos constatarem que o processo de fabrico não influencia a sua estabilidade de cor (Akyalcin et al., 2012; Oliveira et al., 2014b; Yu & Lee, 2011).

Foi também verificado que os três brackets policristalinos testados, apesar de pertencerem à mesma categoria de cerâmicas (alumina policristalina), não apresentaram alterações de cor semelhantes, o que significa que esta também varia de acordo com o fabricante (Yu & Lee, 2011).

À semelhança de outros artigos, verificou-se que o pH não foi um dos fatores que mais influenciou a alteração de cor dos brackets cerâmicos, uma vez que embora a Coca-Cola® apresentasse o pH mais baixo das soluções testadas, e possivelmente afetasse a integridade da superfície dos brackets, foi a que provocou uma menor alteração de cor (Guignone et al., 2015; Kannan et al., 2014; Mendonça et al., 2011; Park et al., 2006).

De acordo com alguns autores, os principais fatores responsáveis pela alteração de cor são a quantidade e o tipo específico de pigmento (Mendonça et al., 2011; Oliveira et al., 2014b). Neste estudo verificou-se, através da análise com o espectrofotómetro, que

o chá preto provocou uma alteração de cor superior ao café, apesar de apresentar uma menor quantidade de cafeína.

A explicação para este facto poderá residir nas diferentes polaridades dos pigmentos, sendo referido por alguns estudos que apesar das duas soluções apresentarem o mesmo tipo de pigmento estes apresentam polaridades diferentes que fazem com que as duas soluções interajam de maneira diferente com a superfície dos materiais (Mendonça et al., 2011; Oliveira et al., 2014a).

De facto, no estudo de Oliveira et al. (2014a) foi verificado que a pigmentação provocada pelo chá preto foi a única que permaneceu visível após a escovagem dos brackets cerâmicos.

As diferenças no processo de pigmentação provocado por cada uma das soluções apenas se encontra descrito em estudos com resinas compostas, não podendo ser aplicado aos brackets cerâmicos por se tratarem de materiais maioritariamente inorgânicos (Oliveira et al., 2014a).

Os resultados do presente estudo podem servir de referência para os fabricantes analisarem posteriormente as características da superfície e composição individual dos brackets testados, de modo a determinar a causa da sua maior suscetibilidade ou resistência à pigmentação.

É de salientar que tal como em todos os estudos *in vitro*, os resultados obtidos e a sua extrapolação clínica deve ser feita com algumas reservas, uma vez que não conseguimos ter em conta todos os fatores que se conjugam clinicamente no meio oral e que poderiam aumentar ou atenuar a pigmentação dos brackets cerâmicos. Contudo, deverá ser feito um aconselhamento aos pacientes relativamente ao consumo excessivo de café, chá preto e, sobretudo, de vinho tinto, de forma a prevenir a pigmentação superficial dos brackets cerâmicos. Deste modo, o Médico Dentista evita que haja uma diminuição das expectativas dos pacientes relativamente à estética proporcionada pelo uso de brackets cerâmicos ao longo do tratamento ortodôntico.

3.2.4. Limitações da investigação

Uma das principais limitações encontradas nos estudos *in vitro* consiste na reprodução das condições presentes no meio oral (Oliveira et al., 2014b). Nesta investigação não foi possível ter em conta a interação de alguns fatores presentes na cavidade oral como a humidade, biofilme, capacidade tampão e *wash-out* da saliva, quantidade ingerida de comidas e bebidas com potencial de pigmentação e escovagem dentária, que variam de indivíduo para indivíduo, e podem afetar os materiais dentários.

As bebidas utilizadas nesta investigação foram escolhidas com base em estudos anteriores feitos à população, sendo que também seria interessante elaborar inquéritos para uma determinada população adulta, pois são estes os seus maiores utilizadores, com o objetivo de determinar quais as bebidas mais consumidas e a frequência da sua ingestão.

Outra limitação encontrada é o facto de não ser possível determinar, no contexto clínico, o tempo real da pigmentação dos brackets cerâmicos. Para tal, poderíamos ainda realizar as medições do tempo que os vários indivíduos demoram a beber cada uma das bebidas testadas, de modo a fazer uma correspondência dos 21 dias de imersão constante com o tempo de utilização do aparelho. No entanto, para tentar colmatar esta limitação, foram utilizados valores referidos noutros artigos para que pudesse ser feita a extrapolação da pigmentação em imersão constante para o tempo de utilização do aparelho ortodôntico.

Segundo Akyalcin et al. (2012), uma das variáveis que deveria ser também considerada na extrapolação dos resultados para a *performance* clínica, é a capacidade de pigmentação dos adesivos, pois a sua alteração de cor pode potencialmente alterar a aparência dos brackets translúcidos, como é o caso dos Inspire Ice (Ormco®).

Os brackets cerâmicos apresentam propriedades refletoras, sendo que quando a luz é refletida por uma superfície esta dispersa-se em várias direções, podendo levar a que materiais idênticos produzam imagens diferentes, e materiais diferentes imagens semelhantes (metamerismo) (Akyalcin et al., 2012). Para tentar limitar o efeito de reflexão dos brackets, e o consequente fenómeno de metamerismo, as fotografias foram sempre tiradas com a máquina a 90°, no modo manual e com as mesmas condições de iluminação.

Também nas medições com o espectrofotômetro poderão ter havido algumas variações nas leituras dos brackets Inspire Ice (Ormco®) pois, pelo facto de serem translúcidos, apresentam maior poder de reflexão que os restantes brackets cerâmicos testados.

3.2.5. Perspetivas para estudos futuros

Relativamente aos estudos futuros *in vitro* poderíamos alterar a imersão constante dos brackets para imersões, por exemplo, três vezes por dia durante 15 minutos. Sendo ainda mais fidedigno se, como referido, fosse ainda tido em conta, através de questionários, o número de vezes que as bebidas são consumidas e se fosse medido o tempo médio do seu consumo. Contudo, mesmo os estudos que utilizam várias imersões por dia não correspondem à realidade clínica, pois, por exemplo, quando bebemos um café este não fica 15 minutos em contacto com os brackets cerâmicos, mas sim meros segundos até ocorrer a deglutição.

De modo a incluir os hábitos de higiene oral, poderíamos ainda utilizar máquinas de simulação da escovagem e, posteriormente, avaliar a alteração de cor ocorrida.

Seria também interessante avaliar a correlação entre a rugosidade de superfície e o grau de pigmentação obtido pelos brackets após imersão em diversas soluções.

Como sabemos, nos estudos *in vitro* continuarão sempre em falta fatores que se conjugam no meio oral. Assim, deveríamos realmente investir na realização de estudos *in vivo* que procurem avaliar a estabilidade de cor de brackets cerâmicos, de modo a avaliar que alterações estes podem sofrer tendo em conta os diversos fatores que não foram possíveis de incluir no presente estudo, bem como aferir em que grau a extrapolação efetuada pelos estudos *in vitro* se aproxima da realidade clínica.

CAPÍTULO IV – CONCLUSÃO

Tendo em conta as condições experimentais deste estudo e dentro das suas limitações, concluiu-se que:

- O consumo frequente de café, chá preto e vinho tinto altera a cor dos brackets cerâmicos testados. Nestas soluções todos os brackets apresentaram alteração de cor visualmente e espectrofotometricamente significativa ($\Delta E^* > 3,7$).
- O consumo frequente de Coca-Cola® não altera, regra geral, a cor dos brackets cerâmicos testados. Nesta solução a pigmentação foi apenas significativa e perceptível visualmente para os brackets ClearVu (TP Orthodontics®) ($\Delta E^* = 5,65$).
- O vinho tinto foi a solução que provocou maior pigmentação e a Coca-Cola® a menor.
- A alteração de cor dos diferentes brackets cerâmicos testados não é idêntica quando imersos na mesma solução corante. Esta varia significativamente de acordo com o tipo de bracket e solução.
- Em todas as soluções, os brackets ClearVu (TP Orthodontics®) apresentaram a maior alteração de cor, enquanto os Inspire Ice (Ormco®) apresentaram a menor, com exceção para a solução chá preto.
- O tempo de imersão afeta o grau de pigmentação dos diferentes brackets cerâmicos testados, tendo sido verificado que a pigmentação aumentou ao longo do tempo.

BIBLIOGRAFIA

- Akyalcin, S., Rykiss, J., Rody, W. J., & Wiltshire, W. A. (2012). Digital analysis of staining properties of clear aesthetic brackets. *Journal of Orthodontics*, 39(3), 170–175.
- Axante, A., Preoteasa, C. T., & Dumitrescu, A. (2014). Color Variation Assessment of Esthetic Braces. *Romanian Journal of Oral Rehabilitation*, 6(4), 9–15.
- Basu, S., McKee, M., Galea, G., & Stuckler, D. (2013). Relationship of Soft Drink Consumption to Global Overweight, Obesity, and Diabetes: A Cross-National Analysis of 75 Countries. *American Journal of Public Health*, 103(11), 2071–2077.
- Bishara, S. E., & Fehr, D. E. (1997). Ceramic brackets: something old, something new, a review. *Seminars in Orthodontics*, 3(3), 178–188.
- Buchmann, N., Senn, C., Ball, J., & Brauchli, L. (2012). Influence of initial strain on the force decay of currently available elastic chains over time. *The Angle Orthodontist*, 82(3), 529–535.
- Cal, E., Guneri, P., & Kose, T. (2006). Comparison of digital and spectrophotometric measurements of colour shade guides. *Journal of Oral Rehabilitation*, 33(3), 221–228.
- Cynthia, K., Zogheib, T. (2015). Extrinsic tooth discoloration, an updated review. *Dental Tribune Middle East & Africa Edition*, 4(2), 6b-8b.
- Chu, S. J., Trushkowsky, R. D., & Paravina, R. D. (2010). Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry*, 38, e2–e16.
- Ertas, E., Güler, A. U., Yücel, A. C., Köprülü, H., & Güler, E. (2006). Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dental Materials Journal*, 25(2), 371–376.
- Faltermeier, A., Behr, M., & Müßig, D. (2007). Esthetic brackets: The influence of filler level on color stability. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 132(1), 5.e13-5.e16.
- Faltermeier, A., Bürgers, R., & Rosentritt, M. (2008). Bacterial adhesion of Streptococcus

- mutans to esthetic bracket materials. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133(4), S99–S103.
- Faltermeier, A., Rosentritt, M., Reicheneder, C., & Behr, M. (2008). Discolouration of orthodontic adhesives caused by food dyes and ultraviolet light. *The European Journal of Orthodontics*, 30(1), 89-93
- Fulgoni, V. L., Keast, D. R., & Lieberman, H. R. (2015). Trends in intake and sources of caffeine in the diets of US adults: 2001-2010. *American Journal of Clinical Nutrition*, 101(5), 1081–1087.
- Gautam, P., & Valiathan, A. (2007). Ceramic Brackets: In search of an ideal! *Trends in Biomaterials and Artificial Organs*, 20(2), 122–126.
- Ghafari, J. (1992). Problems associated with ceramic brackets suggest limiting use to selected teeth. *The Angle Orthodontist*, 62(2), 145–152.
- Guignone, B. C., Silva, L. K., Soares, R. V., Akaki, E., Goiato, M. C., Pithon, M. M., & Oliveira, D. D. (2015). Color stability of ceramic brackets immersed in potentially staining solutions. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 20(4), 32–38.
- Guler, A. U., Yilmaz, F., Kulunk, T., Guler, E., & Kurt, S. (2005). Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 94(2), 118–124.
- Hirani, S., Patel, U., & Patel, N. (2016). Invisible Orthodontics -A Review. *Journal of Dental and Medical Sciences*, 15(6), 56–62.
- Ismael, L. N. A., Nunes, M. de A. A., Nunes, A. M. N. A., Motta, R. H. L., Demasi, A. P. D., Flório, F. M., ... Flório, F. M. (2014). Staining of esthetic brackets by plaque disclosing solutions. *Brazilian Journal of Oral Sciences*, 13(2), 129–132.
- Jarad, F. D., Russell, M. D., & Moss, B. W. (2005). The use of digital imaging for colour matching and communication in restorative dentistry. *British Dental Journal*, 199(1), 43–49.
- Jena, A. K., Duggal, R., & Mehrotra, A. K. (2007). Physical Properties and Clinical Characteristics of Ceramic Brackets: A Comprehensive Review. *Trends Biomater. Artif. Organs*, 20(2), 101–115.

- Johnson, G., Walker, M. P., & Kula, K. (2005). Fracture strength of ceramic bracket tie wings subjected to tension. *The Angle Orthodontist*, 75(1), 95–100.
- Johnston, W. M. (2009). Color measurement in dentistry. *Journal of Dentistry*, 37, e2–e6.
- Johnston, W. M., & Kao, E. C. (1989). Assessment of Appearance Match by Visual Observation and Clinical Colorimetry. *Journal of Dental Research*, 68(5), 819–822.
- Joiner, A. (2006). The bleaching of teeth: A review of the literature. *Journal of Dentistry*, 34(7), 412–419.
- Joiner, A., Davis, L., Spriggs, L., Meyer, L., Krueger, L., Meyer, J., ... Giniger, M. (2004). Tooth colour: a review of the literature. *Journal of Dentistry*, 32(1), 3–12.
- Kannan, M. ., Saboo, R., Kumar, K. S., & Murali, R. . (2014). Evaluation of Colour Stability of Three Polycrystalline Ceramic Brackets in Three Commonly Consumed Beverages - An In-vitro Study. *Academic Journal of Oral and Dental Medicine*, 1(2), 5–9.
- Karadas, M., & Seven, N. (2014). The effect of different drinks on tooth color after home bleaching. *European Journal of Dentistry*, 8(2), 249–253.
- Karamouzos, A., Papadopoulos, M. A., Kolokithas, G., & Athanasiou, A. E. (2007). Precision of in vivo spectrophotometric colour evaluation of natural teeth. *Journal of Oral Rehabilitation*, 34(8), 613–621.
- Kato, M., Miyoshi, K., Suzuki, T., Tabuchi, M., Miyazawa, K., & Goto, S. (2011). Optical and physical stability of plastic orthodontic brackets over time: A 2-year clinical study. *Orthodontic Waves*, 70(4), 136–142.
- Khan, N., & Mukhtar, H. (2013). Tea and health: studies in humans. *Current Pharmaceutical Design*, 19(34), 6141–6147.
- Khashayar, G., Bain, P. A., Salari, S., Dozic, A., Kleverlaan, C. J., & Feilzer, A. J. (2014, June). Perceptibility and acceptability thresholds for colour differences in dentistry. *Journal of Dentistry* 42(6), 637-644.
- Khashayar, G., Dozic, A., Kleverlaan, C., & Feilzer, A. (2012). Data Comparison Between Two Dental Spectrophotometers. *Operative Dentistry*, 37(1), 12–20.
- Khurana, R., Tredwin, C. J., Weisbloom, M., & Moles, D. R. (2007). A clinical evaluation

- of the individual repeatability of three commercially available colour measuring devices. *British Dental Journal*, 203(12), 675–680.
- Kim-Pusateri, S., Brewer, J. D., Davis, E. L., & Wee, A. G. (2009). Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 101(3), 193–199.
- Kleiman, S., Ng, S. W., & Popkin, B. (2012). Drinking to our health: can beverage companies cut calories while maintaining profits? *Obesity Reviews: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 13(3), 258–274.
- Knapik, J. J., Austin, K. G., McGraw, S. M., Leahy, G. D., & Lieberman, H. R. (2017). Caffeine consumption among active duty United States Air Force personnel. *Food and Chemical Toxicology*, 105, 377–386.
- Kumar, A., Kumar, V., Singh, J., Hooda, A., & Dutta, S. (2012). Drug-Induced Discoloration of Teeth. *Clinical Pediatrics*, 51(2), 181–185.
- Lath, D., Smith, R., Guan, Y., Karmo, M., & Brook, A. (2007). Measurement of stain on extracted teeth using spectrophotometry and digital image analysis. *International Journal of Dental Hygiene*, 5(3), 174–179.
- Lee, R., Bayne, A., Tiangco, M., Garen, G., & Chow, A. (2014). Prevention of tea-induced extrinsic tooth stain. *International Journal of Dental Hygiene*, 12(4), 267–272.
- Lee, Y.-H., Wang, Z., Chiang, T., & Liu, C.-T. (2017). Beverage Intake, Smoking Behavior, and Alcohol Consumption in Contemporary China—A Cross-Sectional Analysis from the 2011 China Health and Nutrition Survey. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(5), 1-11.
- Lee, Y.-K. (2008). Changes in the reflected and transmitted color of esthetic brackets after thermal cycling. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133(5), 641.e1-641.e6.
- Lehmann, K. M., Igiel, C., Schmidtman, I., & Scheller, H. (2010). Four color-measuring devices compared with a spectrophotometric reference system. *Journal of Dentistry*, 38, e65–e70.

- Libório, A. O. (2006). *Avaliação da suscetibilidade à pigmentação de brackets estéticos utilizando a fotografia digital* (Dissertação de Especialização). Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Odontologia, Salvador.
- Llena, C., Lozano, E., Amengual, J., & Forner, L. (2011). Reliability of two color selection devices in matching and measuring tooth color. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 12(1), 19–23.
- Lopes, C., Torres, D., Oliveira, A., Severo, M., Alarcão, V., Guiomar, S., ... & Vilela, S. (2017). Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física. *Universidade do Porto*.
- Lopes, F., H., Maia, L. E. G., Araújo, M. V. A., & Ruellas, A. C. O. (2012). Influence of optical properties of esthetic brackets (color, translucence, and fluorescence) on visual perception. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 141(4), 460–467.
- Macpherson, L. M. D., Stephen, K. W., Joiner, A., Schafer, F., & Huntington, E. (2000). Comparison of a conventional and modified tooth stain index. *Journal of Clinical Periodontology*, 27(11), 854–859.
- Maltagliati, L. Á., Feres, R., De Figueiredo, A., & Siqueira, D. F. (2006). Bráquetes estéticos – considerações clínicas. *Rev. Clín. Orton. Dental Press*, 5(3), 89–95.
- Mendonça, M. R. D., Fabre, A. F., Goiatto, M. C., Cuoghi, O. A., Martins, L. P., & Verri, A. C. G. (2011). Spectrophotometric evaluation of color changes of esthetic brackets stored in potentially staining solutions. *RPG Rev Pós Grad*, 18(1), 20–27.
- Mitchell, D. C., Knight, C. A., Hockenberry, J., Teplansky, R., & Hartman, T. J. (2014). Beverage caffeine intakes in the U.S. *Food and Chemical Toxicology*, 63, 136–142.
- Nawrot, P., Jordan, S., Eastwood, J., Rotstein, J., Hugenholtz, A., & Feeley, M. (2003). Effects of caffeine on human health. *Food Additives and Contaminants*, 20(1), 1–30.
- Oliveira, C. B. de, Maia, L. G. M., Santos-Pinto, A., & Júnior, L. G. G. (2014a). Efeito da escovação dentária no manchamento de braquetes estéticos cerâmicos. *OrtodontiaSPO*, 47(3), 225–232.
- Oliveira, C. B. de, Maia, L. G. M., Santos-Pinto, A., & Gandini Junior, L. G. (2014b). In vitro study of color stability of polycrystalline and monocrystalline ceramic brackets. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 19(4), 114–121.

- Örtengren, U., Andersson, F., Elgh, U., Terselius, B., & Karlsson, S. (2001). Influence of pH and storage time on the sorption and solubility behaviour of three composite resin materials. *Journal of Dentistry*, 29(1), 35–41.
- Palaska, I., Papathanasiou, E., & Theoharides, T. C. (2013). Use of polyphenols in periodontal inflammation. *European Journal of Pharmacology*, 720(1), 77–83.
- Park, J.-H., Lee, Y.-K., & Lim, B.-S. (2006). Influence of illuminants on the color distribution of shade guides. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 96(6), 402–411.
- Patel, D., Mehta, F., & Mehta, N. (2014). Aesthetic Orthodontics : An Overview. *Orthodontic Journal of Nepal*, 4(2), 38-43.
- Paul, S., Peter, A., Pietrobon, N., & Hammerle, C. H. F. (2002). Visual and Spectrophotometric Shade Analysis of Human Teeth. *Journal of Dental Research*, 81(8), 578–582.
- Pinho, I., Rodrigues, S., Franchini, B., & Graça, P. (2016). *Padrão Alimentar Mediterrânico: Promotor de Saúde*. (Direção Geral da Saúde, Ed.), *Programa Nacional para a Promoção da Alimentação Saudável*. Lisboa.
- Poggio, C., Dagna, A., Chiesa, M., Colombo, M., & Scribante, A. (2012). Surface roughness of flowable resin composites eroded by acidic and alcoholic drinks. *Journal of Conservative Dentistry*, 15(2), 137.
- Ragain, J. C., & Johnston, W. M. (2000). Color acceptance of direct dental restorative materials by human observers. *Color Research & Application*, 25(4), 278–285.
- Reddy, R., Kalyani, Revathi, P., Sudheer, Naveen, K., & Reddy, S. (2010). Esthetic Orthodontic Brackets : A Comprehensive Review. *Journal of Orofacial Sciences*, 2(3), 42–50.
- Ribeiro, S. I. D. (2014). *O comportamento dos consumidores de vinho em Portugal: impacto do género* (Tese de Mestrado). Instituto Superior de Economia e Gestão, Lisboa.
- Russell, J. S. (2005). Aesthetic orthodontic brackets. *Journal of Orthodontics*, 32(2), 146–163.
- Ruyter, I. E., Nilner, K., & Möller, B. (1987). Color stability of dental composite resin

- materials for crown and bridge veneers. *Dental Materials*, 3(5), 246–251.
- Saleem, T. S. M., & Basha, S. D. (2010). Red wine: A drink to your heart. *Journal of Cardiovascular Disease Research*, 1(4), 171–176.
- Sarrett, D. C., Coletti, D. P., & Peluso, A. R. (2000). The effects of alcoholic beverages on composite wear. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 16(1), 62–67.
- Sikri, V. K. (2010). Color: Implications in dentistry. *Journal of Conservative Dentistry : JCD*, 13(4), 249–255.
- Sobreira, C. R., Loriato, L. B., & Oliveira, D. D. (2007). Bráquetes Estéticos : Características e Comportamento Clínico. *Rev. Clín. Ortodon. Dental Press*, 6(1), 94–102.
- Stober, T., Gilde, H., & Lenz, P. (2001). Color stability of highly filled composite resin materials for facings. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 17(1), 87–94.
- Turgut, S., Bagis, B., Ayaz, E. A., Ulusoy, K. U., Altintas, S. H., Korkmaz, F. M., & Bagis, N. (2013). Discoloration of provisional restorations after oral rinses. *International Journal of Medical Sciences*, 10(11), 1503–1509.
- Van Der Burgt, T. P., Ten Bosch, J. J., Borsboom, P. C. F., & Plasschaert, A. J. M. (1985). A New Method for Matching Tooth Colors with Color Standards. *Journal of Dental Research*, 64(5), 837–841.
- Vartanian, L. R., Schwartz, M. B., & Brownell, K. D. (2007). Effects of soft drink consumption on nutrition and health: a systematic review and meta-analysis. *American Journal of Public Health*, 97(4), 667–675.
- Villalta, P., Lu, H., Okte, Z., Garcia-Godoy, F., & Powers, J. M. (2006). Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 95(2), 137–142.
- Wee, A. G., Lindsey, D. T., Kuo, S., & Johnston, W. M. (2006). Color accuracy of commercial digital cameras for use in dentistry. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 22(6), 553–559.

- Westland, S., Luo, W., Ellwood, R., Brunton, P., & Pretty, I. (2007). Colour Assessment in Dentistry, *Annals of the BVMA*, 2007(4), 1–10.
- Wikoff, D., Welsh, B. T., Henderson, R., Brorby, G. P., Britt, J., Myers, E., ... Doecker, C. (2017). Systematic review of the potential adverse effects of caffeine consumption in healthy adults, pregnant women, adolescents, and children. *Food and Chemical Toxicology*, 1-64.
- Wriedt, S., Schepke, U., & Wehrbein, H. (2007). The Discoloring Effects of Food on the Color Stability of Esthetic Brackets – an In-vitro Study. *Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte Der Kieferorthopädie*, 68(4), 308–320.
- Yadav, P., Hazarey, P. V., Grover, S., Sidhu, M., & Malik, V. (2013). Evaluation and Comparison of the Color Stability of Various Esthetic Brackets, When Exposed to Various Food Dyes: An in vitro Study. *J Ind Orthod Soc*, 47(15), 382–389.
- Yu, B., & Lee, Y.-K. (2011). Aesthetic colour performance of plastic and ceramic brackets - an in vitro study. *Journal of Orthodontics*, 38(3), 167–174.
- Ziuchkovski, J. P., Fields, H. W., Johnston, W. M., & Lindsey, D. T. (2008). Assessment of perceived orthodontic appliance attractiveness. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133(4), S68–S78.

ANEXOS

ANEXO I – ANOVA fatorial de medidas repetidas

Testes multivariados^a

Efeito		Valor	F	gl de hipótese	Erro gl	Sig.	Eta parcial quadrado	Noncent. Parâmetro	Poder observado ^d
tempo	Rastreio de Pillai	,992	3945,780 ^b	3,000	98,000	,000	,992	11837,341	1,000
	Lambda de Wilks	,008	3945,780 ^b	3,000	98,000	,000	,992	11837,341	1,000
	Rastreio de Hotelling	120,789	3945,780 ^b	3,000	98,000	,000	,992	11837,341	1,000
	Maior raiz de Roy	120,789	3945,780 ^b	3,000	98,000	,000	,992	11837,341	1,000
tempo *	Rastreio de Pillai	1,807	37,881	12,000	300,000	,000	,602	454,567	1,000
Grupo	Lambda de Wilks	,004	157,646	12,000	259,575	,000	,845	1416,346	1,000
	Rastreio de Hotelling	56,775	457,353	12,000	290,000	,000	,950	5488,233	1,000
	Maior raiz de Roy	52,913	1322,831 ^c	4,000	100,000	,000	,981	5291,326	1,000
tempo *	Rastreio de Pillai	1,232	23,233	9,000	300,000	,000	,411	209,097	1,000
Marca	Lambda de Wilks	,143	32,391	9,000	238,657	,000	,477	217,367	1,000
	Rastreio de Hotelling	3,489	37,479	9,000	290,000	,000	,538	337,311	1,000
	Maior raiz de Roy	2,605	86,838 ^c	3,000	100,000	,000	,723	260,514	1,000
tempo *	Rastreio de Pillai	1,718	11,167	36,000	300,000	,000	,573	402,014	1,000
Grupo *	Lambda de Wilks	,045	14,970	36,000	290,280	,000	,644	525,846	1,000
	Rastreio de Hotelling	7,087	19,030	36,000	290,000	,000	,703	685,065	1,000
	Maior raiz de Roy	4,890	40,754 ^c	12,000	100,000	,000	,830	489,046	1,000

a. Design: Intercepto + Grupo + Marca + Grupo * Marca
Design Dentre-Sujeitos: tempo

b. Estatística exata

c. A estatística é um limite superior em F, que gera um limite inferior no nível de significância.

d. Calculado usando alfa = ,05

ANEXO II – ANOVA *one-way* para cada uma das soluções

ANOVA^a

		Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Delta E (T1)	Entre Grupos	24,167	3	8,056	56,154	,000
	Nos grupos	2,869	20	,143		
	Total	27,036	23			
Delta E (T2)	Entre Grupos	150,784	3	50,261	188,785	,000
	Nos grupos	5,325	20	,266		
	Total	156,109	23			
Delta E (T3)	Entre Grupos	96,930	3	32,310	45,201	,000
	Nos grupos	14,296	20	,715		
	Total	111,226	23			
Delta E (T4)	Entre Grupos	63,914	3	21,305	29,038	,000
	Nos grupos	14,673	20	,734		
	Total	78,587	23			

a. Solução = Café

ANOVA^a

		Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Delta E (T1)	Entre Grupos	36,999	3	12,333	107,313	,000
	Nos grupos	2,299	20	,115		
	Total	39,298	23			
Delta E (T2)	Entre Grupos	107,777	3	35,926	189,930	,000
	Nos grupos	3,783	20	,189		
	Total	111,560	23			
Delta E (T3)	Entre Grupos	91,586	3	30,529	39,519	,000
	Nos grupos	15,450	20	,773		
	Total	107,037	23			
Delta E (T4)	Entre Grupos	97,329	3	32,443	27,728	,000
	Nos grupos	23,401	20	1,170		
	Total	120,730	23			

a. Solução = Chá

ANOVA^a

		Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Delta E (T1)	Entre Grupos	246,149	3	82,050	208,180	,000
	Nos grupos	7,883	20	,394		
	Total	254,032	23			
Delta E (T2)	Entre Grupos	757,608	3	252,536	242,462	,000
	Nos grupos	20,831	20	1,042		
	Total	778,439	23			
Delta E (T3)	Entre Grupos	557,254	3	185,751	165,801	,000
	Nos grupos	22,407	20	1,120		
	Total	579,660	23			
Delta E (T4)	Entre Grupos	337,622	3	112,541	112,336	,000
	Nos grupos	20,037	20	1,002		
	Total	357,659	23			

a. Solução = Vinho

ANOVA^a

		Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Delta E (T1)	Entre Grupos	1,223	3	,408	1,459	,256
	Nos grupos	5,587	20	,279		
	Total	6,810	23			
Delta E (T2)	Entre Grupos	,444	3	,148	,647	,594
	Nos grupos	4,581	20	,229		
	Total	5,026	23			
Delta E (T3)	Entre Grupos	43,036	3	14,345	104,847	,000
	Nos grupos	2,736	20	,137		
	Total	45,772	23			
Delta E (T4)	Entre Grupos	22,345	3	7,448	18,042	,000
	Nos grupos	8,257	20	,413		
	Total	30,602	23			

a. Solução = Coca-Cola

ANOVA^a

		Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Delta E (T1)	Entre Grupos	,634	3	,211	3,708	,029
	Nos grupos	1,139	20	,057		
	Total	1,773	23			
Delta E (T2)	Entre Grupos	4,124	3	1,375	18,222	,000
	Nos grupos	1,509	20	,075		
	Total	5,633	23			
Delta E (T3)	Entre Grupos	8,597	3	2,866	32,363	,000
	Nos grupos	1,771	20	,089		
	Total	10,368	23			
Delta E (T4)	Entre Grupos	7,983	3	2,661	28,550	,000
	Nos grupos	1,864	20	,093		
	Total	9,847	23			

a. Solução = Saliva artificial

Anexo III - Média e desvio padrão dos parâmetros de cor L* a* b* dos 4 tipos de brackets cerâmicos em cada solução no momento inicial (T0), 24 horas (T1), 7 dias (T2), 14 dias (T3) e 21 dias (T4).

Solução: Café

<i>Tempo</i>	Clarity Advanced			Damon Clear			ClearVu			Inspire Ice		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
<i>T0</i>	80,12 ±0,34	0,57 ±0,05	12,44 ±0,17	76,70 ±0,28	0,35 ±0,10	8,46 ±0,21	76,59 ±0,25	-0,82 ±0,05	14,18 ±0,24	76,21 ±0,40	0,47 ±0,04	16,01 ±0,51
<i>T1</i>	78,28 ±0,92	0,82 ±0,08	14,56 ±0,76	75,05 ±0,47	0,45 ±0,05	10,52 ±0,37	73,05 ±0,25	-0,26 ±0,08	16,05 ±0,50	75,59 ±0,25	0,87 ±0,09	16,96 ±0,61
<i>T2</i>	73,76 ±0,50	2,13 ±0,22	17,72 ±0,20	69,02 ±0,66	1,57 ±0,43	15,06 ±0,68	64,07 ±0,42	2,58 ±0,16	18,59 ±0,77	71,53 ±0,82	1,63 ±0,30	21,06 ±0,28
<i>T3</i>	69,91 ±1,09	2,58 ±0,36	19,12 ±0,62	67,26 ±0,78	1,84 ±0,31	15,87 ±0,78	62,37 ±0,18	2,72 ±0,33	18,71 ±0,74	69,30 ±0,73	2,31 ±0,16	22,53 ±0,36
<i>T4</i>	68,44 ±0,99	3,72 ±0,28	21,15 ±1,13	65,82 ±0,90	2,67 ±0,16	17,49 ±0,46	61,71 ±0,31	3,07 ±0,18	19,38 ±0,13	68,26 ±0,85	2,87 ±0,19	24,32 ±0,47
Solução: Chá Preto												
<i>Tempo</i>	Clarity Advanced			Damon Clear			ClearVu			Inspire Ice		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
<i>T0</i>	79,86 ±0,29	0,49 ±0,08	12,45 ±0,20	76,62 ±0,27	0,33 ±0,04	8,27 ±0,15	76,76 ±0,20	-0,73 ±0,06	14,20 ±0,21	76,60 ±0,43	0,47 ±0,05	16,03 ±0,38
<i>T1</i>	78,99 ±0,09	1,13 ±0,05	13,96 ±0,14	74,40 ±0,38	0,71 ±0,08	10,92 ±0,41	74,36 ±0,59	0,30 ±0,10	17,88 ±0,35	76,01 ±0,82	0,85 ±0,11	17,12 ±0,19
<i>T2</i>	74,57 ±0,49	2,33 ±0,38	17,52 ±0,47	73,14 ±0,27	1,38 ±0,06	13,50 ±0,37	70,23 ±0,25	0,63 ±0,10	21,66 ±0,26	74,76 ±0,79	1,42 ±0,17	19,57 ±0,62
<i>T3</i>	70,65 ±1,24	2,66 ±0,72	19,82 ±0,65	71,14 ±0,34	2,03 ±0,15	14,42 ±0,15	66,22 ±0,41	0,95 ±0,10	22,30 ±0,31	70,07 ±1,20	3,52 ±0,51	22,41 ±0,62
<i>T4</i>	66,97 ±0,81	5,08 ±0,18	21,08 ±0,74	67,38 ±1,42	2,91 ±0,60	16,69 ±0,68	61,21 ±0,52	2,78 ±0,21	22,19 ±0,16	67,01 ±0,82	4,17 ±0,36	24,97 ±0,17

Solução: Vinho Tinto												
Tempo	Clarity Advanced			Damon Clear			ClearVu			Inspire Ice		
	L*	a	b	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
	79,57 ±0,32	0,56 ±0,05	12,73 ±0,21	76,58 ±0,11	0,33 ±0,05	8,32 ±0,11	76,84 ±0,15	-0,76 ±0,08	14,14 ±0,32	76,83 ±0,24	0,53 ±0,08	15,60 ±0,61
	77,71 ±0,57	1,23 ±0,16	12,50 ±0,33	74,45 ±0,53	0,74 ±0,12	8,52 ±0,15	67,68 ±0,44	1,62 ±0,66	14,59 ±1,01	74,87 ±0,54	0,82 ±0,06	16,01 ±0,48
	72,28 ±0,85	2,13 ±0,21	12,20 ±0,55	69,95 ±0,90	1,67 ±0,19	8,63 ±0,35	57,45 ±1,34	3,50 ±0,39	11,85 ±0,49	70,17 ±0,72	1,76 ±0,14	15,47 ±0,38
	63,36 ±0,73	3,40 ±0,32	10,65 ±0,48	64,32 ±0,98	2,19 ±0,20	8,74 ±0,38	54,39 ±1,12	3,55 ±0,28	13,26 ±0,47	66,94 ±1,07	2,51 ±0,31	14,02 ±0,73
	57,41 ±0,59	4,13 ±0,53	9,64 ±0,37	58,14 ±0,36	3,80 ±0,34	8,82 ±0,21	51,28 ±0,37	3,99 ±0,16	13,52 ±0,17	61,00 ±1,60	3,56 ±0,26	14,71 ±0,53
Solução: Coca-Cola												
Tempo	Clarity Advanced			Damon Clear			ClearVu			Inspire Ice		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
	79,98 ±0,22	0,57 ±0,05	12,59 ±0,17	76,61 ±0,37	0,35 ±0,05	8,62 ±0,23	76,74 ±0,14	-0,71 ±0,10	14,42 ±0,14	76,86 ±0,26	0,39 ±0,08	15,73 ±0,26
	79,98 ±0,52	0,68 ±0,06	13,16 ±0,23	76,15 ±0,43	0,51 ±0,07	9,87 ±0,24	75,61 ±0,80	-0,42 ±0,19	14,63 ±0,24	76,18 ±0,55	0,60 ±0,05	15,94 ±0,57
	79,79 ±0,29	0,77 ±0,08	14,63 ±0,34	76,08 ±0,79	0,57 ±0,07	10,07 ±0,59	75,37 ±0,38	0,22 ±0,14	15,59 ±0,49	75,71 ±0,32	0,67 ±0,09	17,17 ±0,29
	79,30 ±0,45	0,87 ±0,11	13,73 ±0,47	76,05 ±0,78	0,36 ±0,07	10,73 ±0,20	73,35 ±0,41	0,37 ±0,15	17,87 ±0,31	75,75 ±0,46	0,78 ±0,03	17,48 ±0,32
	77,41 ±1,14	1,27 ±0, 12	15,30 ±0,58	73,90 ±0,72	0,78 ±0,10	11,80 ±0,46	73,33 ±0,78	0,71 ±0,14	18,66 ±0,58	75,30 ±0,46	0,85 ±0,09	18,18 ±0,57

<i>Tempo</i>	Solução: Saliva Artificial											
	Clarity Advanced			Damon Clear			ClearVu			Inspire Ice		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
<i>T0</i>	80,03 ±0,25	0,57 ±0,07	12,64 ±0,15	76,32 ±0,21	0,38 ±0,06	8,50 ±0,29	76,82 ±0,77	-0,75 ±0,06	14,57 ±0,16	76,66 ±0,24	0,46 ±0,07	15,65 ±0,24
<i>T1</i>	79,81 ±0,25	0,58 ±0,08	12,70 ±0,19	76,10 ±0,28	0,43 ±0,07	8,50 ±0,23	76,33 ±0,34	-0,67 ±0,09	14,34 ±0,21	76,58 ±0,18	0,46 ±0,08	15,53 ±0,21
<i>T2</i>	79,06 ±0,37	0,60 ±0,07	13,52 ±0,21	76,39 ±0,33	0,40 ±0,06	8,71 ±0,25	75,89 ±0,52	-0,47 ±0,14	15,05 ±0,20	76,46 ±0,36	0,49 ±0,09	15,27 ±0,26
<i>T3</i>	79,39 ±0,36	0,56 ±0,06	13,46 ±0,20	76,65 ±0,26	0,28 ±0,02	9,16 ±0,24	74,79 ±0,34	-0,40 ±0,08	15,21 ±0,20	76,16 ±0,30	0,59 ±0,07	15,59 ±0,23
<i>T4</i>	79,54 ±0,27	0,70 ±0,07	13,68 ±0,20	75,62 ±0,29	0,45 ±0,05	9,42 ±0,17	74,63 ±0,41	-0,21 ±0,02	15,43 ±0,09	76,35 ±0,35	0,58 ±0,03	16,45 ±0,28